COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET Cie, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUATRE-VINGT-ONZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1930.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS et Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1930

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 7 JUILLET 1930.

PRÉSIDENCE DE M. Léon LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion de la Fête nationale la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 16 juillet au lieu du lundi 14.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

J'ai le regret d'annoncer à l'Académie le décès, survenu le 28 juin à Saint-Jean-de-Luz, de M. **Georges Neumann**, notre correspondant pour la section d'Économie rurale.

Louis-Georges Neumann était né à Paris, le 22 octobre 1846; il avait donc 84 ans. Il était notre correspondant depuis le 17 juin 1918.

Son activité scientifique s'est principalement exercée dans l'étude des parasites et des maladies parasitaires des animaux et des plantes cultivées.

Indépendamment de quelques travaux sur les champignons parasites des plantes et ceux qui produisent la teigne des animaux domestiques, il s'est

occupé surtout d'Helmintologie, d'Entomologie parasitaire et d'Acarologie. Dans ces trois domaines, il s'est acquis une réelle autorité.

L'Helmintologie lui doit la découverte d'un grand nombre de Cestodes et de Nématodes parasites des animaux domestiques ou sauvages.

En Entomologie, il s'est spécialisé dans le groupe des Pédiculidés et des Mallophages. Ses travaux sur ce sujet ont été accueillis avec une telle faveur que nombre de Musées et de Laboratoires ont eu recours à lui pour l'étude et la détermination de leurs collections.

En Acarologie, il a éclairé bien des points de la morphologie et de la physiologie du vaste groupe des Sarcoptidés. Mais c'est la famille des Ixodidés qui a retenu le plus longtemps ses efforts et lui a donné les résultats les plus importants. Avant lui, cette famille était demeurée bien peu connue. Dès que ses travaux eurent été publiés, il fut consulté par la plupart des Musées d'Europe et des États-Unis et c'est grâce à lui que les plus riches collections du monde sont sorties du chaos où elles étaient longtemps restées.

Les principales publications de Neumann ont été faites dans les Mémoires de la *Société zoologique de France*. Leur importance médicale a été consacrée en 1909 par l'attribution à l'auteur d'un de nos prix Montyon de Médecine et de Chirurgie. Il a publié en dernier lieu un *Traité des maladies parasitaires des animaux domestiques* qui a eu deux éditions françaises et deux éditions anglaises et qui a été récompensé par l'Académie de médecine, notre Académie et la Société centrale d'Agriculture.

Cet excellent savant a largement contribué au progrès de la parasitologie et, par là, à la défense de l'agriculture qui a tant à souffrir des maladies parasitaires des animaux domestiques.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à Sir **Henry Lyons**, vice-président de la Société royale de Londres; Sir **Richard Glazebrook**, membre de la Société royale de Londres; Sir **Frank Dyson**, astronome royal (Angleterre); MM. **V. Kellogg**, membre de l'Académie nationale des U. S. A.; **Karpinsky**, président de l'Académie des Sciences de Russie; **Went**, président de l'Académie des Sciences d'Amsterdam, et à MM. **Vito Volterra** et **Torres Quevedo**, Associés étrangers de l'Académie, qui assistent à la séance.

M. **A. Lacroix** dépose sur le bureau le *Livre jubilaire* 1830-1930, publié à l'occasion du Centenaire de la Société géologique de France; les deux

volumes contiennent des Mémoires de MM. A. Lacroix; Ch. Barrois, H. Douvillé, P. Termier, L. Cayeux; Maurice Lugeon, Emm. de Margerie, A. Bigot, Henry Fairfield Osborn, Membres, ou Correspondants de l'Académie.

SPECTROSCOPIE. — *Propriétés des raies et séries anormales dans les spectres atomiques*. Note de M. **H. Deslandres.**

I. Cette Note est la suite d'une Note présentée aux *Comptes rendus* le 2 juin dernier sous le même titre ([1]); elle est consacrée aux petites irrégularités des séries de raies, irrégularités que révèlent les O — C (différences entre les fréquences observées et calculées), lorsque la série est représentée par une formule dont la variable m est le numéro de la raie. On a ainsi ce que j'ai appelé les anomalies ou pointes anormales, accompagnées souvent d'une irrégularité de l'intensité.

J'ai examiné d'abord les raies signalées déjà comme ayant une anomalie forte de position ou d'intensité, et j'ai montré dans la dernière Note que leur fréquence était, à de faibles différences près, un multiple de la fréquence élémentaire 1062,5 (appelée d_1). Ces raies ont donc la propriété déjà reconnue pour les radiations ultimes et très fortes des spectres moléculaires et atomiques. Même on est conduit à considérer les multiples de d_1/n, n étant un nombre entier petit; une raie est rattachée à un multiple de d_1/n lorsque l'écart entre sa fréquence et le multiple est au plus égal à $d_1/10n$. Cette règle des écarts, qui paraît arbitraire, est, en réalité, comme on le verra plus loin, indiquée par les faits eux-mêmes.

L'influence de la fréquence d_1 apparaît ainsi de plus en plus grande dans les spectres, et j'ai recherché si, inversement, les raies de série, multiples de d_1 dans les conditions ci-dessus rappelées, offraient toujours une variation de position ou d'intensité, grande ou petite.

Les premiers résultats obtenus avec les spectres simples de l'hélium He, du lithium Li et du sodium Na ont été publiés en juin dernier. Je les complète aujourd'hui pour le lithium et j'ajoute ceux donnés par le potassium K.

Une série naturelle de raies atomiques étant donnée, la reconnaissance des pointes anormales qu'elle peut présenter est souvent assez délicate, car la pointe apparaît plus ou moins nettement, suivant la formule employée et suivant le choix des raies qui servent à déterminer ses constantes. Si, pour

---

([1]) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1250.

l'établissement de la formule on prend une raie à pointe anormale, cette pointe est masquée et son écart est reporté sur les raies voisines. Plusieurs étapes et de longs calculs sont souvent nécessaires; mais l'expérience prouve que l'on arrive à un résultat suffisamment net.

Dès le début de cette étude, j'ai relu avec soin tous les mémoires antérieurs sur la représentation des séries hydrogénoïdes par une formule appropriée, et en particulier les mémoires de Rydberg (1896), de Ritz (1903), de Birge (1910), de Hicks (1910), de Bevan (1910 à 1912), de Wood et Fortrat (1916), de Fowler (1922) (1). Le mémoire de Ritz est de premier ordre, il présente 22 séries spectrales de 13 corps simples, et les formules de Ritz correspondantes avec leurs O — C. Or, dans la grande majorité des cas, les raies de série, multiples de d_1, correspondent à une pointe anormale; le lien des multiples et des pointes est déjà bien indiqué, et l'on peut s'étonner qu'il soit resté inaperçu pendant longtemps. Comme une dépendance aussi générale ne peut être due au hasard, j'ai repris la question avec les données nouvelles dont on dispose aujourd'hui; car, depuis 1903, des raies nouvelles plus réfrangibles ont été ajoutées dans la plupart des séries, et la précision des mesures a été augmentée.

La série principale du lithium a été examinée trop brièvement dans la Note précédente. La figure 1 ci-contre reproduit les O — C en λ de cette série, publiés par Ritz en 1903; on y voit nettement la pointe anormale de la raie (5), donnée par toutes les formules et rattachée à $38\,d_1$. Au-dessous (*fig.* 2) est la courbe des O — C de Birge, avec des fréquences rectifiées et une formule de Ritz appuyée sur des raies différentes. Puis, de 1910 à 1912, Bevan obtient 32 raies nouvelles (du n° 10 au n° 41), mesurées, il est vrai, avec une précision moindre; la figure 3 reproduit les O — C en λ obtenus par lui avec une formule de Hicks. Dans les années qui suivent, les sept premières raies sont mesurées avec une précision plus grande, et la figure 4 présente les différences entre les λ adoptées par Fowler en 1922, et les λ calculées par la formule de Bevan en 1912. Comme on le voit en partie sur la figure, cette formule de Bevan peut être considérée comme appuyée sur les raies (3), (7) et (27) de Fowler, qui ne sont pas des multiples de d_1; et cela

(1) Rydberg, *Kongl. Svenska Vet. Akad. Handlingar*, 23, II, 1889. — Ritz, *Ann. der Physik*, 12, 1903, p. 400. — Hicks, *Phil. Trans.*, A, 210, 1910, p. 57, et 212, 1912, p. 33. — Birge, *Astrop. Journ.*, 32, 1910, p. 112. — Bevan, *Proc. Roy. Soc.*, A, 83, 1910, p. 421; 85, 1911, p. 54, et 86, 1912, p. 320. — Wood et Fortrat, *Astrop. Journ.*, 43, 1916, p. 73. — Fowler, *Report on line spectra*, 1922.

COURBES DES O — C.

Différences entre les longueurs d'onde ou fréquences observées et les longueurs d'onde ou fréquences calculées.

Série principale du lithium
O — C en λ.

Série principale du potassium
O — C en ν.
Raie la plus faible des doublets.

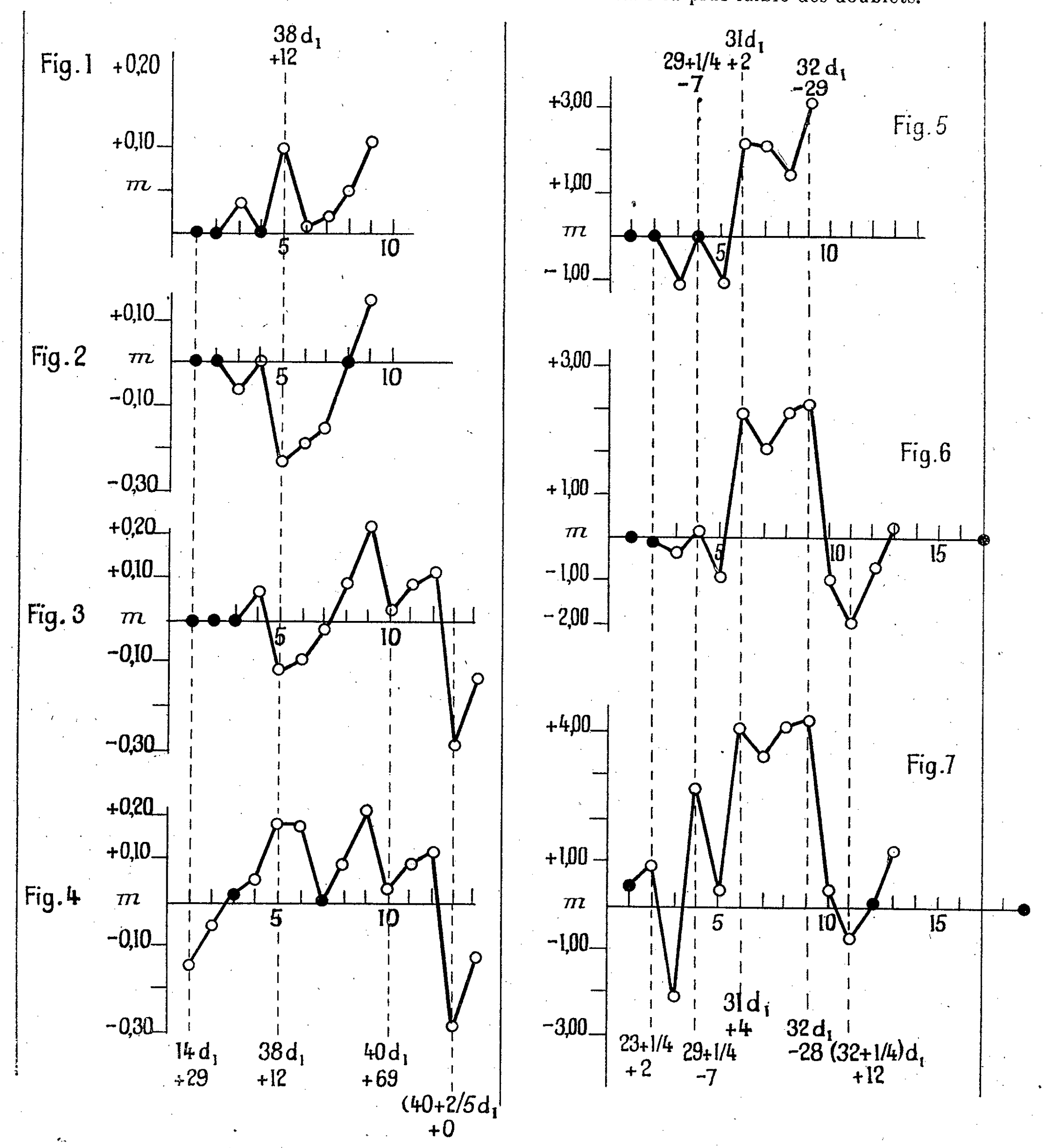


Fig. 1. — *O — C de Ritz* (1903). *Formule de Ritz.*

Fig. 2. — *O — C de Birge* (1910). *Formule de Ritz.*

Fig. 3. — *O — C de Bevan* (1912). *Formule de Hicks.*

Fig. 4. — *O — C de Bevan et Fowler* (1922).

Fig. 5. — *O — C de Ritz* (1903). *Formule de Ritz.*

Fig. 6. — *O — C de Birge* (1910). *Formule de Ritz.*

Fig. 7. — *O — C de Birge et Fowler* (1922). *Formule de Ritz.*

Les points noirs annoncent les raies choisies comme bases de la formule.

est une condition favorable; car, si les raies multiples de d_1 ont en général une pointe anormale, il est sage de ne pas les choisir comme bases de la formule. La figure 4 montre des pointes attachées aux deux autres raies de la série qui sont multiples de d_1, à la raie (1) $\nu\ 14\,d_1 + 29$, et à la raie (10) $\nu\ 40\,d_1 + 69$.

Les figures 5, 6 et 7 se rapportent à la série principale de K et à la raie faible de ses doublets; jusqu'en 1910, les 9 premières raies étaient les seules connues; puis Bevan a obtenu les raies de (10) à (24), mais mesurées avec une précision plus faible. Dans cette série, deux raies sont multiples de d_1, la raie (6) $\nu\,31\,d_1 + 4$, et la raie (9) $\nu\,32\,d_1 - 28$; et elles sont accompagnées chacune d'une pointe anormale bien visible sur les figures. La figure 7 reproduit les différences entre les fréquences adoptées en 1922 par Fowler et les fréquences calculées par Birge en 1910, avec une formule de Ritz; comme on le voit sur la figure, les raies (1), (12) et (19), qui ne sont pas des multiples de d_1, peuvent être considérées comme étant les bases de la formule ; ce qui est un avantage, ainsi qu'on l'a remarqué pour la figure 4 de Li. La figure 7 montre, outre les pointes des raies (6) et (9), des pointes nettes rattachées à trois multiples de $d_1/4$. La formule de Ritz paraît être celle qui met le mieux en relief les pointes anormales.

II. J'ai cherché en même temps si le déplacement des raies vers le rouge dû à la pression est lié à la fréquence d_1. Ce déplacement, qui n'est pas toujours proportionnel à la pression, a été relevé avec soin seulement pour un très petit nombre de corps. Avec le chrome étudié par Humphreys à 42 atmosphères, la raie du déplacement maximum en ν est la raie $\lambda\,3926,8$ et avec le fer étudié à 9 atmosphères par Gale et Adams, la raie $\lambda\,6246,5$ est la plus déplacée. Or ces deux raies sont des multiples de d_1. Ces faits sont à retenir, mais les données expérimentales sont encore insuffisantes [1].

III. Les raies sont rattachées à un multiple de d_1 et dites, par abréviation, multiples de d_1, lorsque l'écart entre les deux fréquences est au plus égal à $d_1/10$. Cet écart limite a été indiqué par l'expérience; dès le début de mes recherches en 1924, j'ai été frappé de ce fait que les raies ultimes, admises par tous, des corps simples He, Li, C, Na, Ca^+, Hg, Sr^+, Hg, étaient à de faibles différences près, des multiples de d_1 ; et ces différences, positives ou négatives, étaient en valeur absolue comprises entre 0 et $d_1/10$.

---

[1] HUMPHREYS, *Astroph. Journ.*, 26, 1907, p. 21 ; GALE et ADAMS, *Astroph. Journ.*, 35, 1912, p. 18.

Cet écart, relativement grand, étonne moins, si l'on admet l'explication que j'ai proposée pour le phénomène. Il y aurait une simple résonance entre les vibrations de l'atome et celles de son noyau et des noyaux voisins. L'atome est rapproché d'un navire à moteur qui a ses vibrations propres avec une fréquence fondamentale et des harmoniques. Lorsque la fréquence des rotations du moteur ou simplement un multiple de cette fréquence se rapproche des fréquences précédentes, les vibrations du navire deviennent plus fortes, d'autant plus que les deux fréquences sont plus voisines.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Un paradoxe sur l'accommodation.* Note de M. **Charles Richet**.

On sait, depuis Helmholtz, que l'accommodation est due à une modification de la forme du cristallin par la contraction (volontaire) du muscle ciliaire, de sorte que l'image de l'objet extérieur soit nette sur la rétine. Quand l'objet est proche, le muscle ciliaire se contracte (et la pupille se rétrécit un peu); quand l'objet est lointain, le muscle ciliaire se relâche (et la pupille se dilate un peu).

Or, nous avons conscience de cet effort qui est très net, même quand le rétrécissement de la pupille est insignifiant et échappe à l'observation directe.

Quand nous sommes sur une longue route, bordée d'arbres, et que nous regardons les arbres du lointain, pour bien voir l'arbre qui est près de nous à 1 mètre de distance, nous faisons un effort d'accommodation dont nous nous rendons parfaitement compte.

Alors je me suis demandé ce que devient l'accommodation devant un tableau qui représente une avenue à perspective lointaine, ou le jardin d'un cloître, par exemple, avec des colonnes qui vont en s'éloignant. Il y a un premier plan, un second plan et d'autres plans de plus en plus distants. Il m'a paru que je faisais très nettement un effort d'accommodation pour voir nettement le premier plan, quand j'avais, au préalable, regardé les plans lointains.

Cet effort d'accommodation est, au fond, très absurde, car les objets représentés sur le tableau sont en réalité tous au même plan.

Leur distance variable n'est qu'une illusion. La distance des uns et des autres, pour la rétine, est exactement la même. Il n'y a donc nul besoin de changer l'accommodation, puisqu'il ne s'agit pas d'objets situés à des plans

différents. Pourtant, nous la changeons tout de même, au moins pendant quelques instants.

Comment expliquer ce paradoxe? Il est vraisemblable que c'est à cause d'une longue accoutumance à accommoder notre vision à la distance approximative qu'un coup d'œil rapide nous a fait évaluer (¹).

ÉLASTICITÉ. — *La loi adiabatique dynamique relative aux surfaces élastiques.* Note (²) de M. **Louis Roy.**

L'égalité

$$\delta' \mathrm{T} = \frac{\mathrm{T}}{c\mathfrak{C}}(f''_{\mathrm{T}\xi}\,\delta'\xi + f''_{\mathrm{T}\eta}\,\delta'_{\eta} + \ldots + f''_{\mathrm{T}r_1}\,\delta'_{r_1}),$$

que nous avons utilisée dans l'étude de la propagation adiabatique des ondes de choc sur les surfaces élastiques (³), constitue la relation supplémentaire relative à de telles ondes. Nous l'avons obtenue en annulant la quantité de chaleur $d\mathrm{Q}$ dégagée pendant le temps dt par la bande infiniment étroite de longueur arbitraire comprenant l'onde, que nous avons antérieurement considérée pour établir l'équation fondamentale des ondes de choc, cette quantité de chaleur ayant été calculée à l'aide du principe de Carnot. Si nous la calculons, au contraire, à l'aide du principe d'équivalence, nous aboutirons à une forme nouvelle, nécessairement équivalente à la précédente, qui correspondra à ce qu'on appelle en Hydrodynamique la *loi adiabatique dynamique*. Nous allons établir cette loi pour les surfaces élastiques à six paramètres dénuées de viscosité, puisque, s'il y a viscosité, nous savons qu'aucune onde de choc n'est susceptible de se propager.

Le principe d'équivalence appliqué à la portion de surface ci-dessus indiquée s'écrit

$$d\mathfrak{T}_e = \mathfrak{C}\,d\mathrm{Q} + d\int (\mathfrak{U} + \mathfrak{W})\,dm,$$

où $d\mathfrak{T}_e$ est le travail élémentaire des forces extérieures, qui comprend celui de la force et du couple de liaison appliqués le long du contour de l'aire

---

(¹) La bibliographie de l'accommodation est tellement vaste que je n'oserais assurer que la question n'ait été déjà envisagée. Cependant les peintres et les opthalmologistes que j'ai interrogés à cet égard n'ont pu me donner aucun renseignement, bibliographique ou autre.

(²) Séance du 30 juin 1930.

(³) Voir nos Notes des 27 janvier, 10 fevrier, 11 et 23 juin 1930.

considérée; $\mathfrak{U}$ et $\mathfrak{W}$ désignent les énergies interne et cinétique par unité de masse et d la variation éprouvée pendant le temps dt par l'intégrale étendue à tous les éléments de masse dm de cette portion de surface. Il vient ainsi

$$\mathfrak{C}\,dQ = dt\int[\rho\mathcal{V}\delta'(\mathfrak{U}+\mathfrak{W}) - \delta'|(a\mathcal{R}_u + b\mathcal{R}_{1u})U + (a\mathcal{C}_u + b\mathcal{C}_{1u})P|]dl,$$

en désignant par

$$(1)\qquad U = \left|\alpha\frac{\partial x}{\partial t}\right|,\qquad V = \left|\alpha_1\frac{\partial x}{\partial t}\right|,\qquad W = \left|\alpha_2\frac{\partial x}{\partial t}\right|$$

les composantes de la vitesse de M suivant les axes mobiles $Muvw$.

La quantité de chaleur dQ est donc de l'ordre de dt. Or, dans l'hypothèse actuelle que les coefficients de conductibilité calorifique de la surface sont nuls, l'expression de dQ, fournie par la théorie de la conductibilité, est de l'ordre de dt^2; on en conclut qu'on doit avoir en chaque point de l'onde

$$\rho\mathcal{V}\delta'(\mathfrak{U}+\mathfrak{W}) - \delta'|(a\mathcal{R}_u + b\mathcal{R}_{1u})U + (a\mathcal{C}_u + b\mathcal{C}_{1u})P| = 0.$$

Si l'on remplace alors dans cette égalité l'énergie cinétique par son expression

$$\mathfrak{W} = \frac{1}{2}\left|U^2 + \frac{1}{\rho}(AP^2 - 2DQR)\right|$$

et si l'on tient compte de ce qu'on a, d'après (1) et les formules (1) de notre Note du 27 janvier 1930,

$$\delta'(U, V, W) = -\frac{\mathcal{V}}{a}\delta'(\xi, \eta, \zeta),\qquad \delta'(P, Q, R) = -\frac{\mathcal{V}}{a}\delta'(p, q, r),$$

il vient

$$(2)\qquad 2\rho\delta'\mathfrak{U} + \frac{1}{a}|\ [(a\mathcal{R}_u + b\mathcal{R}_{1u})_1 + (a\mathcal{R}_u + b\mathcal{R}_{1u})_2]\delta'\xi + [(a\mathcal{C}_u + b\mathcal{C}_{1u})_1 + (a\mathcal{C}_u + b\mathcal{C}_{1u})_2]\delta'p| = 0.$$

C'est la première forme de la loi adiabatique dynamique; la seconde s'obtient en y remplaçant $\delta'(\xi, \eta, \ldots, r)$ par leurs valeurs tirées des équations (1) de notre Note du 10 février 1930.

Si l'on désigne à cet effet par Δ le déterminant des inconnues $\frac{\mathcal{V}^2}{a}\delta'(p, q, r)$ des trois dernières de ces équations et si l'on pose

$$\Delta\mathcal{A} = D^2 - BC,\qquad \Delta\mathcal{B} = E^2 - CA,\qquad \Delta\mathcal{C} = F^2 - AB;$$
$$\Delta\mathcal{D} = AD + EF,\qquad \Delta\mathcal{E} = BE + FD,\qquad \Delta\mathcal{F} = CF + DE,$$

l'égalité (2) s'écrit

$$(3)\qquad 2\rho^2\mathcal{V}^2\delta'\mathcal{U} - \delta'\Big|(a\,\mathcal{R}_u + b\,\mathcal{R}_{1u})^2 + \frac{\alpha}{\rho}(a\,\mathcal{C}_u + b\,\mathcal{C}_{1u})^2 - 2\frac{\varpi}{\rho}(a\,\mathcal{C}_v + b\,\mathcal{C}_{1v})(a\,\mathcal{C}_w + b\,\mathcal{C}_{1w})\Big| = 0.$$

C'est la deuxième forme de la loi adiabatique dynamique.

Dans le cas particulier de la surface à trois paramètres, les égalités (2) et (3) deviennent, d'après les formules (1) et (4) de notre Note du 11 juin 1930,

$$2\rho\delta'\mathcal{U} + \frac{1}{a}\Big\{[(a\mathcal{R}_u + b\mathcal{R}_{1u})_1 + (a\mathcal{R}_u + b\mathcal{R}_{1u})_2]\delta'\partial + [(a\mathcal{C}_u + b\mathcal{C}_{1u})_1 + (a\mathcal{C}_u + b\mathcal{C}_{1u})_2]\delta' p + [(a\mathcal{C}_v + b\mathcal{C}_{1v})_1 + (a\mathcal{C}_v + b\mathcal{C}_{1v})_2]\delta' q\Big\} = 0,$$

$$2\rho^2\mathcal{V}^2\delta'\mathcal{U} - \delta'\Big\{(a\mathcal{R}_u + b\mathcal{R}_{1u})^2 + \frac{12}{e^2}[(a\mathcal{C}_u + b\mathcal{C}_{1u})^2 + (a\mathcal{C}_v + b\mathcal{C}_{1v})^2]\Big\} = 0.$$

Il est alors facile de les appliquer aux trois cas de propagation que nous avons étudiés pour une surface isotrope. Dans le premier, il ne subsiste dans chaque accolade que les termes en $\mathcal{R}_u$, $\mathcal{R}_{1u}$; dans les deux autres, au contraire, ce sont ces termes qui disparaissent.

Remarquons enfin l'analogie de ces différentes formes de la loi adiabatique dynamique avec celles que nous avons antérieurement obtenues pour les lignes élastiques (1).

ÉLECTIONS.

Par l'unanimité de 37 suffrages, MM. **H. Deslandres** et **H. Le Chatelier** sont réélus membres du *Conseil de perfectionnement de l'École polytechnique*.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **E. Roux**, **A.-Th. Schlœsing**, **E. Leclainche**, **P. Viala** sont réélus membres du *Conseil supérieur des Recherches scientifiques agronomiques*; MM. **G. Bertrand** et **A. Calmette** sont élus membres du même Conseil en remplacement de MM. *Gustave André* et *L. Lindet* décédés.

---

(1) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 839, et *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 3e série, **18**, 1926, p. 164 et 189.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La longueur des principales rivières de la partie asiatique de l'U. R. S. S. et le procédé pour mesurer la longueur des rivières sur les cartes, par J. Schokalsky. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

M. **Karpinsky**, président de l'Académie des Sciences de Russie, projette des photographies de cristaux de neige obtenues par M. *Sigson*, à Rybinsk, sur le haut Volga.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur un problème de calcul des probabilités avec application à la recherche des périodes inconnues d'un phénomène cyclique.* Note de M. **N. St. Georgesco**, présentée par M. Émile Borel.

I. Dans tout problème d'interpolation on suppose généralement qu'une seule de toutes les variables est entachée d'erreurs. Dans ce qui suit nous exposerons les résultats que nous avons obtenus en abordant le problème de l'interpolation linéaire dans le cas où toutes les variables, ou une partie seulement, contiennent des erreurs.

Supposons, pour fixer les idées, que dans un espace à trois dimensions on mesure les coordonnées de n points contenus dans le même plan (II).

Soient (x_i, y_i, z_i) les coordonnées mesurées et ξ_i, η_i, ζ_i les erreurs qu'elles contiennent. Sous des conditions très larges on peut supposer que la loi à laquelle obéissent ces erreurs soit celle de Laplace-Gauss :

$$f(\xi, \eta, \zeta) = \frac{\sqrt{D}}{(2\pi)^{\frac{3}{2}}} e^{-H(\xi,\eta,\zeta)} \xi \eta \zeta, \tag{1}$$

dont la fonction caractéristique sera $e^{\frac{1}{2}K(u,v,w)}$.

Les résultats que nous avons obtenus sur la position la plus probable à attribuer au plan (II) :

$$Ax + By + Cz + D = 0,$$

sont les suivants :

1° La position la plus probable passe par le centre de gravité des points (x_i, y_i, z_i).

2° En prenant ce point comme origine des coordonnées les valeurs les plus probables de A, B, C sont celles qui rendent minima la somme

$$S = \sum_{i=1}^{n} \frac{(Ax_i + By_i + Cz_i)^2}{K(A, B, C)},$$

K étant la forme adjointe de H.

3° On obtient ces valeurs en résolvant le système

$$\frac{A\Sigma x_i^2 + B\Sigma x_i y_i + C\Sigma x_i z_i}{\sigma_\xi(A\sigma_\xi + Br_{\xi\eta}\sigma_\eta + Cr_{\xi\zeta}\sigma_\zeta)} = \frac{A\Sigma y_i x_i + B\Sigma y_i^2 + C\Sigma y_i z_i}{\sigma_\eta(Ar_{\eta\xi}\sigma_\xi + B\sigma_\eta + Cr_{\eta\zeta}\sigma_\zeta)}$$
$$= \frac{A\Sigma z_i x_i + B\Sigma z_i y_i + C\Sigma z_i^2}{\sigma_\zeta(Ar_{\zeta\xi}\sigma_\xi + Br_{\zeta\eta}\sigma_\eta + C\sigma_\zeta)} = S_0,$$

s_0 étant la plus petite racine de l'équation

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} \Sigma x_i^2 - s\sigma_\xi^2 & \Sigma x_i y_i - sr_{\xi\eta}\sigma_\xi\sigma_\eta & \Sigma x_i z_i - sr_{\xi\zeta}\sigma_\xi\sigma_\zeta \\ \Sigma y_i x_i - sr_{\eta\xi}\sigma_\eta\sigma_\xi & \Sigma y_i^2 - s\sigma_\eta^2 & \Sigma y_i z_i - sr_{\eta\zeta}\sigma_\eta\sigma_\zeta \\ \Sigma z_i x_i - sr_{\zeta\xi}\sigma_\zeta\sigma_\xi & \Sigma z_i y_i - sr_{\zeta\eta}\sigma_\zeta\sigma_\eta & \Sigma z_i^2 - s\sigma_\xi^2 \end{vmatrix} = 0$$

qui a toutes ses racines positives.

On aura dans ce cas

$$\min. s = s_0.$$

4° Si $S(x, y, \ldots, t; r)$ désigne le premier membre de l'équation générale analogue à (1), l'équation $S(x, y, \ldots, t, u; r) = 0$ a ses racines séparées par celles de $S(x, y, \ldots, t; r) = 0$. (Cette propriété fait partie d'un cadre plus général.)

II. Pour obtenir un indice qui mesure l'écartement des données par rapport à la formule interpolée — qui en général représente un espace linéaire — nous remarquerons qu'il y a deux cas extrêmes :

a. L'espace interpolé contient tous les points $(x_i, y_i, \ldots, t_i)$, ce qui a lieu si $s_0 = 0$;

b. L'équation correspondante a toutes ses racines égales à T. Alors la position la plus probable n'est plus déterminée, toute position ayant la même probabilité, proportionnelle à e^{-T}, de se confondre avec la vraie. Dans ce cas, nous aurons

$$\frac{\Sigma x_i^2}{\sigma_\xi^2} = \frac{\Sigma y_i^2}{\sigma_y^2} = \ldots = \frac{\Sigma t_i^2}{\sigma_\tau^2} = \frac{\Sigma x_i y_i}{r_{\xi\eta}\sigma_\xi\sigma_\eta} = \frac{\Sigma x_i z_i}{r_{\xi\zeta}\sigma_\xi\sigma_\zeta} = \ldots = T.$$

Nous pouvons donc prendre pour indice de linéarité généralisé

$$\rho = \frac{s_0}{T}.$$

Le choix de l'expression de T en fonction des données n'est pas complètement déterminé, mais les cas particuliers de la question nous conduisent à prendre

$$\rho = \frac{m s_0}{\Sigma H(x_i, y_i, \ldots, z_i)},$$

m étant le nombre des variables entrant effectivement dans la composition de H. Avec cela, ρ varie de 0 à 1 lorsqu'on passe du cas (a) au cas (b).

III. Soit un phénomène dont le mouvement puisse être représenté par l'expression

$$A_i = \sum_{\kappa=1}^{m} m_k \sin(a_k + i\alpha_k) + e_i,$$

e_i étant une composante fortuite obéissant à la loi de Laplace-Gauss. Si $e_i = 0$, alors

$$(\Delta^{2m} + p_1 \Delta^{2(m-1)} + \ldots + p_m) A_i = 0 \qquad (i = 0, 1, \ldots, n-1),$$

mais autrement ces relations ne sont qu'approximatives.

Le problème de la détermination des valeurs les plus probables de p_i est celui dont nous nous sommes occupé plus haut.

Ensuite l'équation $Z^m + p_1 Z^{m-1} + \ldots + p_m = 0$ nous donnera les valeurs de $-\left(2 \sin \frac{\alpha_i}{2}\right)^2$. L'indice ρ nous indiquera si le nombre des périodes attribuées au phénomène considéré peut être tenu ou non pour vraisemblable.

Les idées que nous venons d'exposer forment la base d'un travail qui paraîtra prochainement.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur l'écoulement dans un canal.* Note de M. **Henri Poncin**.

Dans une Note précédente j'ai montré comment on peut déterminer, avec une approximation aussi grande que l'on veut, le mouvement d'un fluide parfait incompressible et pesant dans un plan vertical xoy lorsqu'il existe une surface libre séparant le fluide considéré d'un fluide différent au sein duquel règne une pression constante. En déterminant les approximations

successives qui conduisent à la solution du problème, d'une façon un peu différente, on peut démontrer leur convergence vers une fonction limite dans des conditions notablement plus étendues. Nous considérerons un problème plus général que celui que nous avons étudié précédemment et nous étudierons l'écoulement d'un fluide dans un canal enserré entre deux quais parallèles et dont le fond de forme quelconque est asymptote à l'infini à deux plans horizontaux de cotes déterminées,

Nous établissons d'abord, par une représentation conforme appropriée, une correspondance entre le domaine fluide considéré et l'intérieur d'un demi-cercle C de rayon un d'un plan auxiliaire ζ, de façon que la paroi solide corresponde au diamètre situé sur l'axe réel et que la surface libre corresponde à la demi-circonférence qui limite le domaine C. Nous sommes alors conduits à déterminer une fonction analytique de la variable ζ régulière dans C, par les conditions aux limites suivantes :

$$\omega = \theta + i\tau \left\{ \begin{array}{ll} \theta = a(\xi) & \text{sur le diamètre réel,} \\ \sin\sigma \dfrac{d\theta}{dn_i} + \mu e^{-3\tau} \sin\theta = 0 & \text{sur la demi-circonférence } \zeta = e^{i\sigma}. \end{array} \right.$$

La fonction a et le nombre μ sont connus et d'après les hypothèses faites la fonction a est une fonction de la variable réelle ξ définie dans l'intervalle $-1 < \xi < +1$, nulle aux extrémités de cet intervalle. Le paramètre μ est lié à la profondeur de la couche liquide h et à sa vitesse V à l'infini en amont par la formule

$$\mu = \frac{2g}{\pi} \cdot \frac{h}{V^2}.$$

Si nous admettons d'abord que l'on puisse négliger les termes du premier degré en μ, nous voyons que la fonction ω se réduit à une fonction ω_1 dont la partie imaginaire est nulle sur la demi-circonférence et dont la partie réelle est connue en tous les points du diamètre réel. On sait déterminer une telle fonction sous la forme

$$\omega_1(\zeta) = \frac{i}{\pi} \int_{-1}^{+1} a(X) \frac{\zeta^2 - 1}{(X - \zeta)(1 - X\zeta)} dX,$$

et la façon dont elle se comporte au voisinage des frontières est parfaitement connue. Au point d'argument σ de la demi-circonférence la partie réelle de ω_1 prend la valeur

$$\theta_1(\sigma) = \frac{2}{\pi} \sin\sigma \int_{-1}^{+1} \frac{a(X)\, dX}{X^2 - 2X\cos\sigma + 1}.$$

Dans le cas où la fonction a est de la forme $b(\xi)[\xi^2-1]$, b étant une fonction bornée dans l'intervalle $-1, +1$, la fonction θ_1 s'annule pour $\sigma=0$ comme $\sigma \log \sigma$ et la fonction $\frac{\theta_1}{\sin\sigma}$ est intégrable entre 0 et π; la conclusion subsiste pour différentes formes possibles de la fonction a au voisinage des valeurs ± 1.

A partir de la fonction ω_1 qui fournit la première approximation nous définissons une suite infinie de fonctions holomorphes dans C par les conditions aux limites suivantes :

$$\omega_n=\theta_n+i\tau_n \left\{ \begin{array}{ll} \theta_n=a(\xi) & \text{sur le diamètre réel,} \\ \sin s\,\dfrac{d\theta_n}{dn}=-\mu \mathrm{P}_n(\sigma) & \text{sur la demi-circonférence.} \end{array} \right.$$

Nous posons

$$\mathrm{P}_n(\sigma)=e^{-3\tau_{n-1}(1,\sigma)}\sin\theta_{n-1}(\sigma)$$

et nous désignons par $\theta_n(\sigma)$ et $\tau_n(\sigma)$ les valeurs que prennent respectivement, au point d'argument σ de la demi-circonférence, la partie réelle et la partie imaginaire de la fonction ω_n; on peut écrire

$$\omega_n(\zeta)=\frac{i}{\pi}\int_{-1}^{+1}\frac{a(x)[\zeta^2-1]\,dx}{[x-\zeta][1-x\zeta]}-\frac{\mu}{\pi}\int_0^{\pi}\frac{\mathrm{P}_{n-1}(s)}{\sin s}\,\mathrm{Log}\,\frac{e^{is}-\zeta}{e^{-is}-\zeta}\,ds+i\mathrm{A}_n,$$

$$\theta_n(\sigma)=\theta_1(\sigma)-\frac{\mu}{\pi}\int_0^{\pi}\frac{\mathrm{P}_{n-1}(s)}{\sin s}\,\mathrm{Log}\left|\frac{\sin\dfrac{s-\sigma}{2}}{\sin\dfrac{s+\sigma}{2}}\right|ds,$$

$$\tau_n(\sigma)=-\mu\int_{\sigma}^{\pi}\frac{\mathrm{P}_{n-1}(s)}{\sin s}\,ds.$$

On démontre que si le paramètre μ est assez petit les fonctions ω_n sont bornées en module à l'intérieur de C et convergent vers une fonction limite solution du problème. Un calcul facile permet d'évaluer une limite supérieure de l'erreur que l'on commet en poussant le calcul jusqu'à l'approximation d'ordre n. La fonction ainsi construite est, pour une fonction $a(\xi)$ donnée, la seule fonction de module borné qui satisfasse à toutes les conditions du problème. On trouve de même des conditions suffisantes et effectivement applicables à des cas réalisés expérimentalement qui permettent d'affirmer que la solution ainsi construite est acceptable au point de vue de l'Hydrodynamique rationnelle : conditions relatives au non-recoupement des lignes de courant et conditions relatives au signe de la pression.

Ce qui précède permet enfin d'étudier, par un procédé indirect, les équa-

tions intégro-différentielles établies par M. Henri Villat ([1]) et qui sont fondamentales dans l'étude des fluides pesants. Il s'agit ici de l'équation

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{G(\alpha)\, d\alpha}{\operatorname{sh} \frac{x-\alpha}{2}} + 2\pi \arcsin\left[\frac{1}{g} e^{3G(x)} G'(x)\right] = F(x),$$

où $G(x)$ est la fonction inconnue.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la formation des ondes à la surface des liquides.* Note de M. **J. Baurand**, présentée par M. Brillouin.

J'ai montré ([2]) que les ondes qui se propagent à la surface de l'eau se déforment. Peut-on savoir comment elles se forment? Les méthodes d'étude ([2]) sont inapplicables au voisinage immédiat du centre de production de ces ondes circulaires. J'utilise alors la méthode suivante : l'eau ayant été soulevée par dépression dans un tube vertical dont la partie inférieure touche exactement la surface de l'eau d'un bassin, on fait communiquer la partie supérieure du tube avec l'atmosphère; l'eau s'écoule et produit un train d'ondes. Un faisceau vertical ascendant de lumière parallèle tombe sur le tube. On peut alors photographier deux ménisques capillaires : l'un intérieur au tube, dont l'image représente la chute de l'eau dans le tube; l'autre extérieur qui suit le mouvement du liquide au bord du tube, les petits déplacements exceptés.

1. L'eau étant soulevée de 20^{cm} dans un tube de 19^{mm} de diamètre intérieur, produit par sa chute une crête et un creux au bord du tube. Le ménisque inférieur est sensiblement immobile, 0,2 seconde après le début de la chute, dont la durée est de 0,63 seconde. Les méthodes rappelées plus haut conduisent au même résultat : à 2^{cm} du tube, il ne se forme plus d'ondes d'amplitude notable après 0,45 seconde de chute : les ondes ne sont donc pas produites au voisinage immédiat du tube par l'écoulement total du liquide. Le résultat n'est plus valable pour les faibles hauteurs de chute, quelques centimètres pour un tube de 2^{cm} de diamètre. Pour les chutes de 20^{cm} et au-dessus, ce sont les chutes accélérées et uniformes seules qui produisent

---

([1]) Henri Villat, *Sur l'écoulement des fluides pesants* (*Ann. de l'École Normale*, 3e série, **32**, 1915, p. 177-214).

([2]) J. Baurand, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1822.

les ondes; le mouvement ralenti de l'eau dans le tube n'a pour effet que d'élever le niveau de l'eau du bassin sans former d'ondes sensibles.

2. Quelle que soit la hauteur de chute (les très petites exceptées), la durée de formation des ondes au bord du tube est la même : 0,2 seconde, la hauteur de chute variant entre 6 et 22^{cm}. Ce temps de formation des ondes varie peu avec le diamètre du tube de chute, avec le diamètre du bassin, ainsi qu'avec la profondeur d'eau, tant que celle-ci reste suffisante.

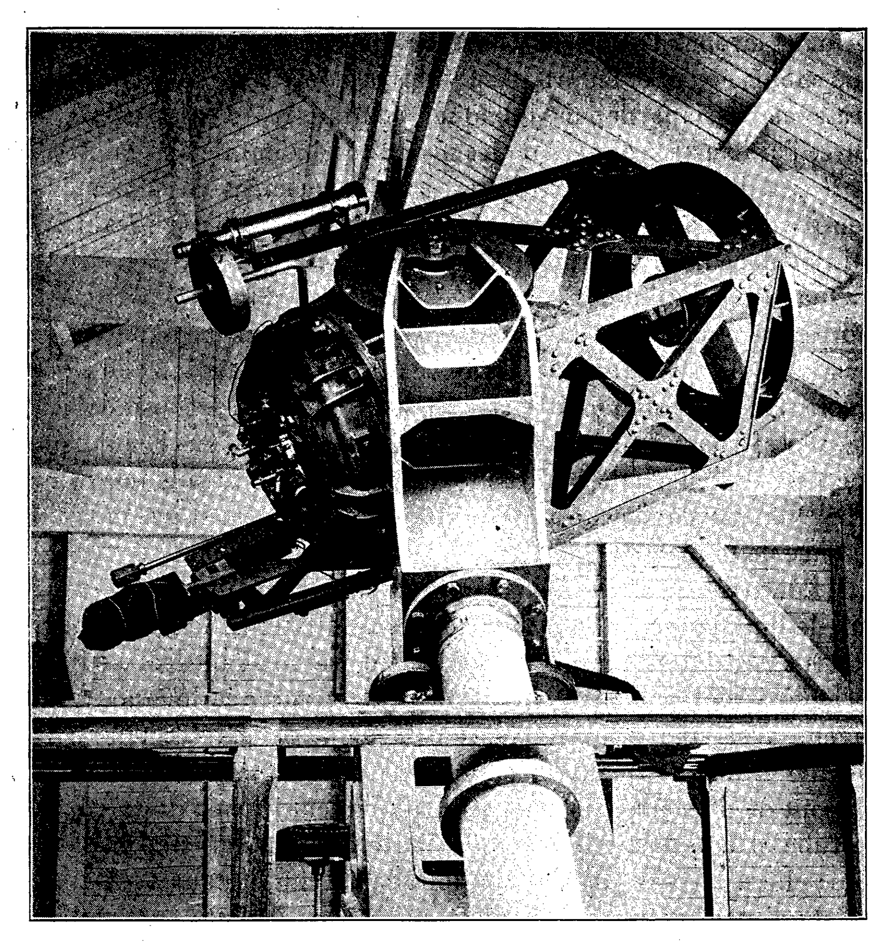
3. La formation d'une crête au voisinage immédiat du tube, un temps très court après le début de la chute d'eau, pouvait être attribuée à un choc. En fermant la partie inférieure du tube par des membranes de caoutchouc plus ou moins épais, et en produisant des rentrées d'air sous des différences de pressions variant depuis quelques centimètres d'eau jusqu'à 30^{cm} de mercure, j'ai constaté que les ondes produites étaient de très faibles dimensions. Il y a d'ailleurs toujours un léger déplacement de la membrane. Si le choc produit des ondes, du moins ses effets sont-ils négligeables devant ceux du déplacement du liquide.

4. Quand on diminue la profondeur de l'eau dans le bassin, les ondes produites sont sensiblement les mêmes jusqu'à une profondeur de 60^{mm} environ : en ce qui concerne ces ondes de petite hauteur (de l'ordre du millimètre), une profondeur d'eau de 10^{cm} peut être considérée comme infinie. On retrouve le même résultat en immergeant dans l'eau une plaque de zinc perpendiculaire à la direction de propagation : si le bord supérieur est à 60^{mm} ou plus de la surface liquide, les ondes ne sont pas modifiées par la présence de la plaque.

5. Si l'on arrête la chute d'eau dans le tube en fermant le robinet d'arrivée de l'air, le liquide oscille dans le tube; ces oscillations donnent naissance à des ondes « régulières » qui ne se déforment pas pendant leur propagation, mais s'amortissent seulement, dont on peut mesurer la longueur, et qui se propagent avec une vitesse très sensiblement constante. On peut ainsi obtenir des trains de quelques ondes (creux et crêtes) dont les longueurs d'onde sont de plusieurs centimètres. La longueur d'onde diminue, pour un même tube et une même hauteur de chute quand augmente l'abaissement de l'eau; elle croît avec la hauteur initiale de chute, pour un même abaissement du niveau intérieur de l'eau.

ASTRONOMIE. — *Premiers résultats de photographie céleste obtenus avec le télescope Ritchey-Chrétien.* Note de M. **G. W. Ritchey**, présentée par M. Fabry.

Nous avons rendu compte à l'Académie (¹) de la construction du premier télescope aplanétique du type que nous avions conçu, en 1910, avec la collaboration de M. Henri Chrétien.



Les essais de cet instrument, qui ont été faits au laboratoire à l'aide d'une étoile artificielle, et qui ont été également présentés à l'Académie des

(¹) Ritchey-Chrétien, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 266.

Sciences [1] nous avaient déjà montré que les remarquables propriétés optiques attribuées par la théorie à cet instrument se trouvaient respectées par la construction. Il convenait de les confirmer par l'observation du ciel.

Ce sont les premières photographies célestes que nous présentons aujourd'hui à l'Académie. Nous avons pu les obtenir grâce au directeur de l'Observatoire de Nice qui nous a prêté une monture équatoriale pour supporter l'instrument, et grâce surtout à M. le duc de Gramont qui a fait construire tout l'équipement auxiliaire de haute précision, sans lequel la perfection de la taille des miroirs resterait stérile.

M. de Gramont a encore généreusement fait installer tout l'instrument sur un massif de maçonnerie et sous un abri, dans son château de Vallières, où nous avons pu profiter des quelques rares belles nuits récentes pour dégrossir les réglages et faire les premières photographies.

Rappelons que l'instrument mesure 52^{cm} de diamètre, a une longueur focale de $3^m,30$, l'ouverture relative est donc égale à $1/6,25$. Mais son encombrement est extrêmement réduit, puisque sa longueur totale n'est que de 1^m.

Les plaques photographiques employées sont circulaires et légèrement concaves, elles mesurent 91^{mm} de diamètre, ce qui correspond à un champ total libre de 90 minutes. Elles ont été soigneusement surfacées, la mise au point pouvant être obtenue avec une précision de l'ordre du centième de millimètre.

Les images stellaires, parfaitement piquées au centre, restent encore sensiblement telles très loin de l'*axe*, ce qui est le résultat de la suppression de *la coma*, laquelle altère si rapidement les images du télescope newtonien dès qu'on s'éloigne du centre.

Nous espérons que des circonstances météorologiques meilleures nous permettront très prochainement d'obtenir quelques photographies d'amas stellaires qui mettront bien en évidence les avantages optiques de la nouvelle disposition.

---

(1) RITCHEY, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1024.

ASTRONOMIE. — *La planète transneptunienne. Détermination d'une orbite par trois observations.* Note (1) de M. **Alex. Véronnet**, transmise par M. Ernest Esclangon.

Je me propose dans cette Note de montrer la forme spéciale et simple que le calcul *vectoriel* permet de donner à la remarquable méthode de M. Esclangon, pour la détermination d'une orbite (2).

Représentons par R_1, R_2, R_3 les rayons vecteurs héliocentriques de l'astre pour les trois observations A_1, A_2, A_3; par v le vecteur vitesse à la position intermédiaire A_2; par τ_1 et τ_2 les intervalles de temps entre les trois observations et par a_1, a_2 les accélérations moyennes pendant ces intervalles. On a les deux *relations vectorielles*

$$(1)\qquad R_1 = R_2 - v\tau_1 + \frac{1}{2}a_1\tau_1^2, \qquad R_3 = R_2 + v\tau_2 + \frac{1}{2}a_2\tau_2^2.$$

En première approximation, on peut négliger la déviation due à l'accélération a_1, a_2. L'expression de la vitesse et son élimination donnent

$$(2)\qquad v = \frac{R_2 - R_1}{\tau_1} = \frac{R_3 - R_2}{\tau_2}, \qquad R_1\tau_2 + R_3\tau_1 = R_2(\tau_1 + \tau_2) = 2R_2\tau_0.$$

En désignant par r le rayon vecteur de la Terre par rapport au Soleil, par ρ et β le rayon vecteur et la direction géocentriques de l'astre, R étant le rayon vecteur héliocentrique, on a

$$(3)\qquad R = r + \rho\beta, \qquad R^2 = r^2 + \rho^2 + 2\rho r\cos\gamma.$$

Cette expression de R, portée dans (2), donne, en faisant $\tau_0 = 1$,

$$(4)\qquad \rho_1\tau_2\beta_1 - 2\rho_2\beta_2 + \rho_3\tau_1\beta_3 = 2r_2 - \tau_2 r_1 - \tau_1 r_3 = r',$$

r' est un vecteur situé dans l'écliptique, dont on détermine facilement la longitude L' et la longueur r'_0.

On obtient une première valeur approchée de la distance de l'astre, en considérant les trois valeurs ρ_1, ρ_2, ρ_3 comme égales, ce qui est permis dans le cas d'un déplacement faible de la Terre et de l'astre. En projetant

(1) Séance du 30 juin 1930.

(2) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1035. — *Bulletin astronomique*, **6**, II, 1930, p. 101.

l'équation vectorielle (4) sur la ligne du point γ, on a

$$(5)\qquad \frac{\rho}{r}=\frac{2\cos L_2-\tau_2\cos L_1-\tau_1\cos L_3}{\tau_2\cos\alpha_1\cos\delta_1-2\cos\alpha_2\cos\delta_2+\tau_1\cos\alpha_3\cos\delta_3},$$

L étant la longitude du Soleil et α, δ l'ascension droite et la déclinaison de l'astre pour les trois observations.

Cette première valeur permet de corriger r_1, r_2, r_3 et par conséquent r' de l'aberration avant les calculs définitifs.

En multipliant (4) par le produit vectoriel $\beta_2\times\beta_3$, on élimine ρ_2 et ρ_3, ce qui donne ρ_1. On obtient de même ρ_2 et ρ_3 par les formules

$$(6)\qquad \tau_2\rho_1=\frac{r'\beta_2\beta_3}{\beta_1\beta_2\beta_3},\qquad \rho_2=\frac{r'\beta_1\beta_3}{\beta_1\beta_2\beta_3},\qquad \tau_1\rho_3=\frac{r'\beta_1\beta_2}{\beta_1\beta_2\beta_3}.$$

Ces valeurs portées dans (3) et (2) donneront R_1, R_2, R_3 et v.

En seconde approximation, prenons comme accélération moyenne a_1 et a_2, dans les intervalles τ_1 et τ_2, la *moyenne géométrique* des accélérations aux extrémités. On a, en appelant R_{01}, R_{02}, R_{03} les valeurs de R_1, R_2, R_3 en première approximation,

$$(7)\qquad a'_1=-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu}{R_{01}^3}R_1+\frac{\mu}{R_{02}^3}R_2\right),\qquad a'_2=-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu}{R_{02}^3}R_2+\frac{\mu}{R_{03}^3}R_3\right).$$

Ces valeurs portées dans (1) donnent, en éliminant v, la nouvelle relation, qui remplace (2),

$$(8)\qquad R_1\tau_2\left(1+\frac{1}{4}\frac{\mu\tau_1^2}{R_{01}^3}\right)+R_3\tau_1\left(1+\frac{1}{4}\frac{\mu\tau_2^2}{R_{02}^3}\right)=2R_2\left(1-\frac{1}{4}\frac{\mu\tau_1\tau_2}{R_{02}^3}\right).$$

Cette relation montre, d'abord, que les nouvelles valeurs de R_1, R_2, R_3 ne sont pas modifiées en *direction* par l'accélération agissant entre les observations extrêmes, en négligeant les carrés de ces termes de correction. Les valeurs corrigées s'obtiendront immédiatement, *sans nouveaux calculs*, en identifiant (2) et (8). On a

$$(9)\qquad R_{01}=R_1\left(1+\pi^2\frac{r_0^3}{R_{01}^3}\frac{\tau_1^2}{T^2}\right),\qquad R_{02}=R_2\left(1-\pi^2\frac{r_0^3}{R_{02}^3}\frac{\tau_1\tau_2}{T^2}\right),$$

r_0 est la distance Terre-Soleil, T l'année. Pour la planète transneptunienne, si l'on fait $R_{01}=41\,r_0$ et τ_1 égal à un mois, la correction est seulement d'un millionième, elle ne porte que sur le sixième chiffre.

On voit facilement qu'en prenant pour accélération moyenne les valeurs (7), l'erreur est plus petite que la différence des accélérations aux deux points extrêmes, de l'ordre de un millième. On peut calculer exactement la valeur

principale de cette accélération moyenne en négligeant seulement les infiniment petits du second ordre des termes de corrections de (9) on obtient

$$R_{01} = R_1 \left[1 + \pi^2 \frac{r_0^3}{R_{01}^3} \frac{\tau_1^2}{T^2} \left(1 + \frac{1}{6} \frac{R_{02} - R_{01}}{R_{02}} \right) \right]. \tag{10}$$

J'avais montré par différents calculs, résumés dans *Constitution et évolution de l'Univers*, que le moment de rotation et les mouvements de rotation dans le système solaire ne pouvaient s'expliquer mécaniquement, que par l'action pertubatrice des étoiles voisines, au cours de la concentration du système. J'avais calculé que cette déviation avait été telle que le dixième seulement de la masse primitive avait pu se condenser dans le Soleil, et qu'une masse égale à 10 fois celle du Soleil avait dû être déviée en tournant autour de lui, en formant d'autres systèmes de planètes. Les éléments les moins déviés, les plus rapprochés du Soleil, ont seuls pu régulariser leurs orbites, dans des cercles et dans le même plan. La découverte de la planète transneptunienne, à l'orbite très inclinée et très excentrique, a vérifié d'une façon remarquable ces calculs. C'est certainement la première d'une nouvelle série, qui ouvre une voie féconde à l'Astronomie. Comme l'annonçait M. Esclangon (*Comptes rendus* du 16 juin), on doit pouvoir en trouver d'autres par une observation systématique du ciel.

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *Sur l'équation de Dirac. Les seize composantes* ψ_k. Note [1] de M. **Al. Proca**, présentée par M. J. Perrin.

1. L'équation de Dirac pour un champ nul s'écrit sous la forme symétrique d'Eddington [2]

$$F\psi \equiv (E_1 t_1 + \ldots + E_5 t_5)\psi = 0 \tag{1}$$

avec

$$t_k = p_k = \frac{h}{2\pi i} \frac{\partial}{\partial x_k}, \qquad t_5 = m_0 c, \qquad E_k = \varepsilon_k, \qquad E_5 = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3 \varepsilon_4 \qquad (k = 1, 2, 3, 4).$$

Son invariance pour une transformation de Lorentz

$$x'_k = \sum_l O_{kl} x_l$$

---

(1) Séance du 30 juin 1930.

(2) *Proc. Roy. Soc.*, A, **121**, 1928, p. 524; Schouten, *Proc. Amsterdam*, **32**, 1929, p. 105.

nous permet de déduire la loi de transformation des E_k, donc des ε_k

$$\varepsilon'_l = \sum_i O_{li}\varepsilon_i$$

et par conséquent celle des composantes ψ_k de la solution générale ψ, écrite dans le système des quadriquaternions (¹)

$$\psi = \psi_0 + \psi_1\varepsilon_1 + \ldots + \psi_{12}\varepsilon_1\varepsilon_2 + \ldots + \psi_{123}\varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3 + \ldots + \psi_{1234}\varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3\varepsilon_4.$$

On constate alors que les composantes $(\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4)$ et $(\psi_{234}, \psi_{341}, \psi_{412}, \psi_{123})$ se transforment comme des vecteurs, que $(\psi_{12}, \psi_{23}, \psi_{31}, \psi_{14}, \psi_{24}, \psi_{34})$ forment un tenseur antisymétrique de second rang, et que ψ_0 et ψ_{1234} sont des invariants. Le ψ n'est donc pas un demi-vecteur; ses composantes obéissent à des lois de transformations connues. Elles se groupent tout naturellement en éléments dont on peut essayer de donner une interprétation physique; il est d'ailleurs superflu d'ajouter que cette interprétation ne saurait être qu'hypothétique.

2. Il s'agit donc de trouver quelle est la signification physique des grandeurs ψ_k qui apparaissent comme coefficients des diverses unités $1, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$. Observons d'abord que, dans l'expression *du hamiltonien*, le coefficient de $\varepsilon_1 = E_1$ se rapporte au moment p_x, etc. Il est donc naturel de supposer que ψ_1, ψ_2, ψ_3 soient attachés aux moments p_x, p_y, p_z; ψ_4 à l'énergie ou à E/c; ψ_{1234} à la masse ou à m_0c.

Considérons ensuite l'expression

$$I_{12} = x_1t_2 - x_2t_1 + \frac{1}{2}\frac{h}{2\pi i}E_1E_2,$$

I_{12} est une intégrale première de (1); on vérifie que $FI_{12} - I_{12}F = 0$. On en déduit, comme on le fait d'habitude (²), que $\frac{1}{2}\frac{h}{2\pi i}E_1E_2$ est une grandeur de même nature que $x_1t_2 - x_2t_1$, c'est-à-dire un moment angulaire. Ce moment angulaire, qu'on attribue à l'électron, est un tenseur antisymétrique de second rang. D'habitude on divise ses composantes en deux groupes et l'on parle du moment magnétique (composantes 12, 23, 31), et du moment électrique (composantes 14, 24, 34) de l'électron; mais en fait il s'agit ici du moment angulaire total de l'électron, tenseur antisymétrique, ou vecteur à six composantes que Frenkel a introduit par de

---

(¹) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1377.

(²) Voir aussi EDDINGTON, *loc. cit.*

simples considérations de relativité (¹). Nous sommes donc fondés à croire que ψ_{12}, ψ_{23}, ψ_{31}, ψ_{14}, ψ_{24}, ψ_{34} sont des grandeurs attachées au moment total propre de l'électron.

Enfin nous devons faire une dernière observation. Dans l'équation primitive de Dirac, le cinquième terme $\alpha_4 m_0 c$ semble étranger aux autres; il est relatif à la masse tandis que les autres se rattachent aux moments. Pour nous, cependant, ce fait, loin d'indiquer un manque d'homogénéité confirme très heureusement une hypothèse que nous avons introduite antérieurement, à savoir que $m_0 c$ devrait être traitée exactement de la même façon que les autres moments. Corrélativement, la description du mouvement ne peut être complète que si l'on introduit ce que nous avons appelé la « cinquième dimension », coordonnée conjuguée de la masse (²). Logiquement, dans le cas général de la masse variable, le cinquième terme de l'équation de Dirac doit donc s'écrire $t_5 = \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial x_5}$; seul le fait que nous supposons, $m_0 = \text{const.}$, nous permet de poser $t_5 \psi = m_0 c \psi$. On obtient ainsi une symétrie totale; de plus $R_1 = x_1 t_5 - x_5 t_1 + \frac{1}{2}\frac{h}{2\pi i} E_1 E_5$ est, comme ses analogues, une intégrale première. On en déduit que les coefficients de $E_1 E_5 = \varepsilon_2 \varepsilon_3 \varepsilon_4$ sont attachés à des grandeurs qui sont en général des moments, mais qui, dans le cas de $m_0 = \text{const.}$, sont de même nature que $x_1 t_5 \equiv x_1 m_0 c$; finalement ces coefficients sont attachés à des grandeurs proportionnelles à la coordonnée x. Quant à ψ_0, la symétrie parfaite que nous avons introduite nous permet d'affirmer avec certitude qu'elle se rapporte à x_5, coordonnée conjuguée de la masse, ou, ce qui est la même chose, à la longueur d'onde de de Broglie.

3. Mais les ψ_k sont des probabilités; quel est le sens de la correspondance établie au paragraphe précédent entre elles et les valeurs des diverses grandeurs physiques envisagées? En général, pour avoir la probabilité d'un certain élément (par exemple d'un niveau d'énergie), nous développons en série la fonction d'onde ψ suivant les fonctions propres correspondantes; les coefficients du développement nous permettent de calculer numériquement la probabilité cherchée. Ici nous procéderons de la même façon avec cette différence cependant que, au lieu de développer, pour n'importe quelle grandeur physique *la même fonction* ψ, nous utiliserons dans chaque cas *une autre* composante ψ_k. Par exemple le calcul de la probabilité d'un cer-

(¹) FRENKEL, *Lehrbuch der Elektrodynamik*, p. 353.

(²) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 739.

tain état d'énergie se fera à l'aide de ψ_4, tandis que pour obtenir des informations concernant la coordonnée x il nous faudra employer la fonction ψ_{234}.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur les origines d'une synthèse des lois du monde physique*. Note de M. E. **Sevin**, présentée par M. d'Ocagne.

Nous ne croyons pas pouvoir nous dispenser de produire, à l'occasion de certaines observations contenues dans une Note récente des *Comptes rendus* (1), les quelques remarques que voici; nous sommes d'ailleurs d'accord, avec l'auteur de cette Note, pour remettre, aux physiciens qui voudront bien faire un examen comparé de nos travaux respectifs, le soin de conclure :

Seules les idées, émises il y a une trentaine d'années par l'astronome S. Newcomb, nous ont encouragé à développer celles qui, depuis longtemps également, s'étaient présentées spontanément à notre esprit. La priorité de ces idées appartient sans conteste à Newcomb et c'est pourquoi nous l'avons cité en tête de nos publications (2).

Nous avons remis notre premier Mémoire à M. Blondel, membre de l'Académie des Sciences, le 27 mars 1926. Dans ce Mémoire est, en particulier, complètement décrite la nouvelle représentation de l'univers, au moyen de laquelle nous avons pu arriver, déductivement, à la synthèse de la gravitation, de la lumière et de l'électromagnétisme, et cela sans jamais y rien changer.

Bien que l'auteur des observations sus-visées ait fait mention, dans sa dernière Note, de phénomènes dont il n'avait pas parlé dans ses premières remarques (3), nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit précédemment. Ce n'est qu'au sujet du spectre X continu que nous estimons qu'il convient de faire un rapprochement entre ses travaux et les nôtres; nous avons pris nous-même l'initiative de signaler ce rapprochement (4) et nous avons ensuite été amené à en bien préciser le sens (5).

---

(1) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1386.

(2) *Le temps absolu et l'espace à quatre dimensions*, Avant-propos, p. II; *Gravitation, lumière et électromagnétisme* (*Synthèse physique*), p. 16. Il doit être entendu que l'antériorité de Newcomb se chiffre par dix années.

(3) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1095.

(4) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 912.

(5) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1245; *Gravitation, lumière et électromagnétisme* (*Synthèse physique*), p. 51.

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de propagation de la gravitation.* Note de M. E. **Kogbetliantz**, présentée par M. Brillouin.

Dans notre première Note (¹) relative à une méthode de détermination expérimentale de la vitesse $V = \alpha c$ de propagation de la gravitation a été calculé l'effet K d'un corps cylindrique C, tournant avec une vitesse angulaire ω, sur une balance de torsion ordinaire à deux masses suspendue au-dessus de C. Nous indiquons ici un perfectionnement important relatif à la fois à la distribution des masses actives (corps C tournant) et des masses passives (fléau détecteur). Pour une telle expérience il est préférable d'employer une balance spéciale insensible à l'anomalie locale de pesanteur et peu sensible à l'influence de la masse du corps de l'opérateur. Le couple dû aux dérivées partielles d'ordre n du potentiel U peut dépasser le couple K, qui est à mesurer, même pour $n = 5$ ou $n = 6$. En effet, une répartition des masses égales $m = \frac{M}{q}$, aux q sommets d'un polygone régulier à q côtés, réalise un fléau détecteur insensible aux dérivées partielles d'ordres inférieures à q : le fléau n'est sensible qu'aux dérivées d'ordres q, $2q$, $3q$, etc. et pratiquement le couple dû, dans l'azimut α, à l'anomalie locale s'exprime par :

$$2^{1-q} q \mathrm{M} \mathrm{R}^q [\Phi_q \cos q\alpha - \Psi_q \sin q\alpha]$$

où

$$q!(\Psi_q + i\Phi_q) = \left(\frac{\partial}{\partial x} + i\frac{\partial}{\partial y}\right)^q \mathrm{U} = \sum_{n=0}^{q} \binom{q}{n} i^n \frac{\partial^q \mathrm{U}}{\partial x^{q-n}\, \partial y^n},$$

M désignant le poids total des q masses et R le rayon du cercle circonscrit au polygone. Pour l'expérience projetée on prendra $q = \infty$: le fléau détecteur est un fil en or d'une section de $\frac{3}{4}$ de millimètre carré, ayant la forme d'une circonférence de rayon $\mathrm{R} = 1^{\mathrm{m}}$ et fixé aux huit rayons symétriques d'une section de 1^{mm^2} en aluminium. La charge totale sera ainsi $125\text{-}130^{\mathrm{g}}$ si l'on tient compte du poids de la tige de suspension et de la partie optique fixée à cette dernière. Il faut prendre au moins huit rayons pour éliminer l'influence sur la balance de la masse du corps de l'opérateur. Quant aux masses actives la meilleure forme à donner au corps de révolution C serait

(¹) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 944. Voir aussi la Note de M. J. Chazy aux *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1273.

celle d'un demi-tore creux au centre de la section normale S duquel viendrait se placer le fil en or du fléau détecteur protégé par un boîtier circulaire bien calorifugé. Dans ces conditions le calcul montre qu'une masse de l'ordre de 2 tonnes seulement suffit (la vitesse angulaire de sa rotation étant $\omega = 100\pi$) pour produire un couple K de l'ordre $\frac{3,7}{\alpha} \cdot 10^{-7}$ C. G. S. L'expression générale de K est $K = f \cdot \frac{\mu MR\omega}{2\alpha c} \cdot \frac{1}{r_1 + r_2}$, où μ et M sont les masses du corps C et du fléau détecteur ($\mu \sim 2$ tonnes, $M \sim 100^g$), R est le rayon du fléau ($R = 1^m$), $c = 3.10^{10}$ vitesse de la lumière, r_1 et r_2 les rayons de la section normale S du demi-tore creux C ($r_1 \sim 3^{cm}$, $r_2 \sim 16^{cm}$) et $f = 0,667.10^{-7}$ C. G. S. est la constante de gravitation.

Avec un fil de torsion, en alliage de palladium d'une épaisseur de 15 microns (diamètre 30 microns avant le laminage), long d'un mètre, dont le coefficient de torsion est égal à 0,027, on aura une balance de période égale à 5 heures 30 minutes environ. La durée de l'expérience serait de 16 heures 30 minutes environ (observation des trois oscillations pour en déduire la nouvelle position de l'équilibre) et l'amplitude maxima θ exprimée en secondes d'arc sera $\theta = \frac{\omega}{120\alpha}$, c'est-à-dire pour trois mille tours à la minute ($\omega = 100\pi$) et $\alpha = 1$ ($V = c$), $\theta = 2,6$ secondes d'arc environ. Si l'on remplace le fil de torsion par un fil sans torsion on devrait constater un déplacement très lent du fléau qui, pour les mêmes données numériques, serait égal au bout de h heures de rotation du demi-tore C et en secondes d'arc à $\frac{4}{9} \cdot \frac{h^2}{\alpha}$. En augmentant la masse μ du demi-tore C jusqu'à $\mu = 100$ tonnes et en entretenant sa rotation uniforme durant $h = 36$ heures, on devrait ainsi constater une déviation de l'ordre de deux secondes d'arc même si $\alpha = 10.000$.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Stratifications colorées par sublimation.* Note (¹) de M. **André Marcelin** et Mlle **Simone Boudin**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons décrit (²) le dispositif expérimental qui permet d'observer le développement de cristaux naissants de paratoluidine obtenus par sublimation. Ces cristaux se forment sur le tranchant d'une lame de rasoir dont

(¹) Séance du 30 juin 1930.
(²) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1496.

ils semblent prolonger le plan; les conditions les plus favorables à la production paraissent être de chauffer doucement la paratoluidine jusque vers son point de fusion (50°), puis de laisser refroidir lentement.

Ces cristaux, à l'origine de leur formation, sont très minces et présentent les couleurs interférentielles; à un instant donné deux aspects seulement peuvent être observés :

1° Le cristal est de teinte uniforme; son épaisseur est donc rigoureusement la même en tous les points de sa surface.

2° Le cristal présente plusieurs plages à coloration uniforme séparées par des contours parfaitement nets généralement rectilignes; la variation de l'épaisseur du cristal d'un point à un autre de sa surface est donc discontinue et correspond à des variations nécessairement discontinues du nombre de feuillets élémentaires identiques (probablement monomoléculaires) superposés en des régions diverses du cristal.

On peut distinguer le processus de développement des cristaux : à l'origine une tablette cristalline probablement formée dans le plan de la lame de rasoir utilisée comme paroi de condensation émerge du plan de la lame et apparaît sous forme d'un promontoire uniformément coloré à contour polygonal; il peut alors arriver :

1° Que la coloration de la tablette restant inchangée (épaisseur constante), la surface se développe, le contour restant sensiblement semblable à sa forme primitive.

2° Que le contour du cristal restant inchangé, il présente des bandes colorées rectilignes partant de la ligne ou du point d'attache du cristal avec le tranchant de la lame, cheminant sur sa surface et se résorbant suivant le contour opposé, de telle façon que le cristal entier présente en fin de compte dans toute l'étendue de sa surface la même coloration que celle de la dernière bande colorée issue du point d'attache.

Le premier et le second processus de développement peuvent superposer leurs effets.

3° Que l'émission de plages colorées parte des lignes de la périphérie du cristal.

4° Qu'une petite masse condensée en suspension dans l'atmosphère sursaturée en paratoluidine vienne se déposer en un point de la surface de la tablette cristalline et forme ainsi l'origine de l'émission de plages colorées présentant l'aspect de taches dont le contour s'étend dans toutes les directions; il est remarquable que le contour de ces taches soit généralement polygonal.

D'une façon générale, l'évolution est toujours telle que le cristal tende à devenir rigoureusement monochromatique, c'est-à-dire d'épaisseur uniforme, cela à l'échelle moléculaire.

Toute érosion accidentelle des tablettes se cicatrise sans laisser de trace.

Parmi de nombreux corps organiques essayés, quelques-uns seulement ont donné lieu par sublimation à la formation de tablettes cristallines colorées; voici quels sont ces corps :

Naphtylamine,	Orthophényllène-diamine,
Naphtaline,	Triméthylpyrrolidone,
Diphényle-naphtol,	Menthol,
Para-di-bromobenzène,	Bromure de camphre.

ÉLECTRICITÉ. — *Action mécanique exercée sur un conducteur par les ondes électromagnétiques.* Note de M[lle] **Suzanne Husson**, présentée par M. G. Ferrié.

En 1891 Hertz (¹) a observé des actions mécaniques s'exerçant sur des conducteurs disposés entre les deux fils d'une ligne, siège d'ondes électromagnétiques stationnaires.

Nous nous sommes proposé d'étudier un autre genre d'action mécanique, d'intensité beaucoup plus petite, que l'on n'observe que sur le trajet d'ondes progressives.

Imaginons que sur le trajet d'ondes planes polarisées, on dispose parallèlement au vecteur électrique un fil métallique dont la longueur est égale à une demi-onde.

L'intensité instantanée du courant à une distance x d'une extrémité est

$$i = \mathrm{I}\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\sin\frac{2\pi t}{\mathrm{T}}.$$

Le fil étant en résonance, le courant est en phase avec la force électrique dont l'expression en unités électromagnétiques est

$$f = \mathrm{F}\sin\frac{2\pi t}{\mathrm{T}};$$

(¹) H. Hertz, *Ueber mechanische Wirhungen elecktrischer Drahtwellen* (*Wied. Ann.*, **42**, 1891, p. 407).

r étant la résistance par unité de longueur, on a

$$\int_0^{\frac{\lambda}{2}} ri\,dx = \frac{\lambda}{2}\,\mathrm{F}\sin\frac{2\pi t}{\mathrm{T}},$$

équation d'où l'on tire

$$\mathrm{I} = \frac{\pi \mathrm{F}}{2r} = \frac{\pi \mathrm{F}\lambda}{4\mathrm{R}},$$

R étant la résistance totale du fil.

Chacun des éléments du fil se trouve dans un champ magnétique en phase avec le courant et d'amplitude $\frac{\mathrm{F}}{c}$, c étant la vitesse de propagation. La force électromagnétique totale qui s'exceer sur le fil a alors une valeur moyenne

$$\frac{\pi \mathrm{F}^2\lambda}{8\mathrm{R}c}\int_0^{\frac{\lambda}{2}} \sin\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx = \frac{\mathrm{F}^2\lambda^2}{8\mathrm{R}c}.$$

Elle est dirigée dans le sens de la propagation des ondes.

Cette force est très petite; pour des ondes très courtes ($\lambda = 17^{\mathrm{cm}},5$) et une résistance $\mathrm{R} = 100$ ohms (dans laquelle est comprise la résistance de rayonnement égale à 80 ohms environ), une force électrique de 0,03 volt par centimètre, elle est de l'ordre de 10^{-7} dyne.

On remarquera que cette force décroît très vite si la longueur du fil n'est plus celle qui correspond à la résonance : d'une part parce que l'intensité du courant est plus faible et d'autre part parce que loin de la résonance le courant et le champ magnétique étant en quadrature la valeur moyenne de l'action électromagnétique est nulle.

La force qni nous occupe est la *force pressante de radiation sur un seul élément oscillant en résonance*. Nous avons pu déceler l'existence de cette force de le manière suivante :

Des ondes entretenues de $17^{\mathrm{cm}},5$ de longueur d'onde sont produites par un oscillateur Pierret ([1]). Un résonateur est une bande de 8^{mm} de largeur et d'une longueur de $8^{\mathrm{cm}},5$ découpée dans une feuille de papier d'aluminium. Cette bande constitue l'un des grands côtés d'un rectangle dont les trois autres côtés sont formés par un fil de quartz étiré. Les petits côtés de ce rectangle ont 1^{cm} de longueur. Un petit fragment de lamelle de microscope argentée est fixé au système pour servir de miroir. L'ensemble

([1]) E. Pierret, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1601.

pèse environ 20^{mg}. Cet équipage mobile est suspendu par un de ses petits côtés à un fil de quartz très fin (d'un diamètre de 5 à 7^{μ}) à l'intérieur d'un tube de verre de 3^{cm} de diamètre.

A la pression atmosphérique, à cause du très grand amortissement du système très léger, les mouvements à observer sont très lents. Pour les rendre plus rapides, nous avons fait le vide dans le tube. Ce dernier est recouvert de papier noir et enfermé dans un cylindre de papier noir; de plus, pour éviter les actions électrostatiques, on intercale entre le résonateur et l'oscillateur un cadre d'un mètre carré sur lequel sont tendus des fils de cuivre parallèles reliés au sol. Les ondes polarisées dont le vecteur électrique est normal aux fils le traversent mais les actions électrostatiques sont supprimées.

La petite antenne de l'oscillateur étant verticale et parallèle au résonateur, on dispose ce dernier devant l'oscillateur. Pour une distance de 30^{cm} entre l'oscillateur et le résonateur on observe une déviation du système suspendu qui, pour un fil de torsion permettant une stabilité suffisante du zéro, est de 5^{mm} environ. On peut obtenir des effets plus importants en disposant derrière l'oscillateur, à une distance égale à un nombre impair de $\frac{\lambda}{4}$, une plaque métallique servant de miroir. Les ondes réfléchies se propagent en avant de l'oscillateur dans le même sens que les ondes incidentes et en concordance de phase avec elles. L'oscillation résultante ayant une amplitude double, l'action mécanique devient quatre fois plus grande. On peut ainsi observer cette action à des distances de l'oscillateur qui atteignent 50^{cm}. Lorsqu'on déplace les miroirs derrière l'oscillateur, on change la phase des ondes réfléchies. Pour des positions du miroir distantes d'un nombre entier de $\frac{\lambda}{2}$ les forces électriques interfèrent et l'action mécanique passe par des minima.

MAGNÉTISME. — *Propriétés magnétiques et réseau cristallin des ferrites.* Note (¹) de M. **S. Holgersson** et Mlle **A. Serres**, transmise par M. Pierre Weiss.

Les mesures magnétiques faites antérieurement sur les ferrites (²) ont montré que ces composés possèdent des propriétés curieuses, qui ne sont du

(¹) Séance du 30 juin 1930.

(²) Mlle A. Serres, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1239; *Bulletin de la Société française de Physique*, **280**, 1929, p. 112 S.

reste pas les mêmes pour tous les ferrites. En effet, pour les ferrites de magnésium, de plomb, de cuivre et de nickel on a trouvé que :

1° Ces quatre ferrites sont ferromagnétiques à la température ordinaire.

2° Le paramagnétisme constant du sesquioxyde de fer $\chi = 1573.10^{-6}$ par atome de fer, est entièrement conservé dans ces combinaisons. La variation de la susceptibilité magnétique avec la température est de la forme

$$(\chi - 1573.10^{-6})(T - \theta) = C_m,$$

θ point de Curie, C_m constante de Curie par demi-molécule.

3° Les constantes de Curie obtenues ont des valeurs faibles comprises entre 0,1352 et 0,2207.

Pour le ferrite de zinc les résultats sont entièrement différents :

1° Il n'est pas ferromagnétique à la température ordinaire, ni même à la température de l'air liquide.

2° Le paramagnétisme constant du sesquioxyde de fer n'existe plus dans ce ferrite.

3° La constante de Curie est beaucoup plus grande que pour les autres ferrites :

$C_m = 2,932$ entre 0° et 300° C,
$C_m = 3,301$ entre 300° et 700° C,

donc de l'ordre de grandeur de celles données habituellement par les sels de fer.

On pouvait penser trouver une explication de cette différence dans la structure cristalline de ces composés ; mais l'étude au moyen des rayons X [1] du réseau cristallin de nombreux ferrites a montré que tous ces corps ont la même structure, celle du spinelle, avec des paramètres extrêmement voisins :

En particulier celui du ferrite de zinc ($a = 8,403.10^{-8}$ cm) est compris entre celui du ferrite de magnésie ($a = 8,342.10^{-8}$ cm) et celui du ferrite de cuivre ($a = 8,445.10^{-8}$ cm).

Les ferrites examinés aux rayons X avaient été préparés par voie sèche en mélangeant les deux oxydes en proportion équimoléculaire ; la combinaison avait été obtenue par fusion au chalumeau dans du chlorure de potassium. Ceux faisant l'objet de l'étude magnétique avaient été préparés par voie humide [2].

---

[1] S. Holgersson, *Lunds Univ. Arsskrift*, 23, 1927, p. 58.

[2] Chaudron et Forestier, *Comptes rendus*, 182, 1927, p. 777.

Nous avons repris les mesures magnétiques sur les échantillons mêmes étudiés aux rayons X. Les résultats précédemment obtenus ont été entièrement confirmés.

Le ferrite de cadmium a montré des propriétés intermédiaires entre celles du ferrite de zinc et celles des autres ferriques. A la température ordinaire ce ferrite est tantôt ferromagnétique, tantôt paramagnétique. Dans le premier état, au-dessus du point de Curie, il donne, après correction du paramagnétisme constant du sesquioxyde de fer, une constante de Curie faible. Le même échantillon ayant perdu son ferromagnétisme au cours des opérations, sans que d'ailleurs on puisse préciser comment, donnait une constante de Curie plus élevée; le paramagnétisme constant superposé était beaucoup plus faible que celui de Fe^2O^3.

On ne trouve pas dans le réseau l'explication des grandes différences observées dans les propriétés magnétiques : le moment est toujours porté par l'atome de fer ferrique (Fe'''), qui occupe toujours les mêmes positions dans le réseau. *Les propriétés magnétiques de* Fe''' *dépendent donc aussi de la nature des autres atomes placés aux nœuds du réseau voisins de ceux qui sont occupés par* Fe'''.

OPTIQUE. — *Sur l'absorption dans l'ultraviolet des solutions d'acide tartrique : influence de la concentration.* Note de MM. **G. Bruhat** et **J. Terrien**, présentée par M. A. Cotton.

L'un de nous a réalisé en 1929 des mesures d'absorption de diverses solutions aqueuses d'acide tartrique dans la région ultraviolette du spectre ([1]), et les a utilisées au calcul de formules de dispersion rotatoire. Les variations avec la concentration des coefficients de ces formules sont très faibles, de l'ordre de 2 à 5 pour 100; il était intéressant de chercher si les variations de l'absorption avec la concentration étaient elles aussi analogues à celles d'un corps normal.

Nous avons effectué à cet effet une série spéciale de mesures, en nous attachant à réaliser les deux conditions suivantes :

1° Élimination complète de la lumière parasite, par purification spectrale de la lumière avant la cuve d'absorption ([2]);

([1]) G. Bruhat et R. Legris, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 745 et 904.

([2]) Cette purification était faite par un monochromateur double du type de Van Cittert, à prismes de Cornu en quartz et objectifs achromatiques quartz-eau, qui sera décrit en détail dans un autre Recueil.

2° Définition géométrique du faisceau absolument indépendante du tube d'absorption : le tube et l'objectif qui le suit laissent passer librement le faisceau, qui est défini par deux diaphragmes fixes, celui dont l'image se fait finalement sur la plaque photographique étant rejeté à l'infini.

Les mesures ont été faites, pour les deux radiations $\lambda = 2537$ A et $\lambda = 2804$ A du mercure, par photométrie photographique, suivant la méthode précédemment décrite([1]). Les densités optiques mesurées ont été généralement comprises entre 1 et 3, les longueurs des tubes d'absorption ayant varié de 17^{mm} à 4^{cm} suivant la longueur d'onde et la concentration.

Il a été extrêmement difficile d'obtenir dans ces mesures une fidélité satisfaisante. Deux solutions préparées séparément donnent toujours des nombres différents, bien qu'elles présentent exactement la même rotation au polarimètre; l'absorption d'une solution donnée augmente de jour en jour, sans que sa rotation soit modifiée, surtout si elle est conservée dans un flacon en verre ordinaire. Nous avons donc dû nous astreindre, d'une part à ne comparer entre elles que des solutions obtenues par dilution d'une même solution concentrée, d'autre part à opérer aussi rapidement que possible. Malgré ces précautions, nous n'avons jamais pu obtenir de résultats parfaitement concordants tant que les mesures ont été faites en prenant comme tubes d'absorption des tubes polarimétriques ordinaires en verre, à cause de l'attaque des parois du tube par les solutions. En employant des tubes en silice fondue, nous pensons avoir réduit les erreurs sur la densité optique provenant de cette attaque à une valeur inférieure à 3 pour 100, toutes les autres erreurs expérimentales étant d'ailleurs négligeables devant celle-là.

Il est nécessaire de tenir compte de l'absorption de l'eau : si la densité de la solution est d, et si elle contient c grammes d'acide par centimètre cube, la densité optique par centimètre y de l'acide dans la solution se déduit des valeurs mesurées y_s pour la solution et y_e pour l'eau par la relation $y = y_s - (d - c)y_e$. Le tableau suivant donne les valeurs obtenues pour les rapports yc_0/y_0c qui caractérisent la variation de l'absorption moléculaire lorsqu'on passe de la solution mère c_0, y_0 à la solution diluée c, y; les caractères gras indiquent, dans chaque ligne, la solution mère à laquelle sont rapportés les autres nombres de la même ligne.

([1]) G. Bruhat et R. Legris, *Annales de Physique*, 13, 1930, p. 5.

		c.	50.	25.	10.	5.	2,5.
$\frac{y c_0}{y_0 c}$.	Tubes de verre......	$\lambda = 2804$...	1	-	1,12	1,25	-
		$\lambda = 2537$...	1	0,98	0,90	0,81	1,04
	Tubes de quartz.....	$\lambda = 2804$...	1	1,025	1,035	-	-
		$\lambda = 2537$...	-	1	1,01	-	1,02

Chacun des nombres des deux premières lignes est la moyenne de plusieurs mesures, généralement assez discordantes : ils se groupent autour de la valeur 1 qu'indique la loi de Beer. Chacun des nombres des deux dernières lignes représente au contraire une mesure : ils ne présentent pas, par rapport à la loi de Beer, d'écarts supérieurs aux erreurs d'expérience. Il est toutefois intéressant de remarquer que ces écarts sont du sens et de l'ordre de grandeur prévus par la théorie de la dispersion récemment proposée par de Mallemann [1].

En résumé, *l'absorption des solutions d'acide tartrique, pour des concentrations allant de* 0,16 *à* 3,3 *mol-gr par litre, suit aussi exactement la loi de Beer que celle de n'importe quel corps normal.* Ces mesures apportent donc une nouvelle confirmation de la conclusion tirée précédemment des formules de dispersion rotatoire : *rien n'indique l'existence, pour la molécule d'acide tartrique, des deux formes à absorptions différentes auxquelles on a souvent attribué les modifications de la dispersion rotatoire.*

Signalons en terminant que les mesures de densité optique y_e de l'eau que nous avons effectuées au cours de ce travail nous ont montré, comme il est bien connu, que l'absorption de l'eau distillée est extrêmement variable suivant sa qualité et son ancienneté, mais que nous avons souvent obtenu des nombres deux à trois fois plus faibles que ceux qu'a indiqués Kreusler [2]. Il est donc certain que les nombres de cet auteur sont trop forts dans la région 2800-2500 angströms.

OPTIQUE. — *Sur les trajectoires orthogonales des génératrices d'une surface réglée.* Note [3] de M. **Marcel Dufour**, transmise par M. Pierre Weiss.

Les trois équations de Sturm, fondamentales dans l'étude de l'astigmatisme, font intervenir le rayon de courbure et la torsion géodésique des

---

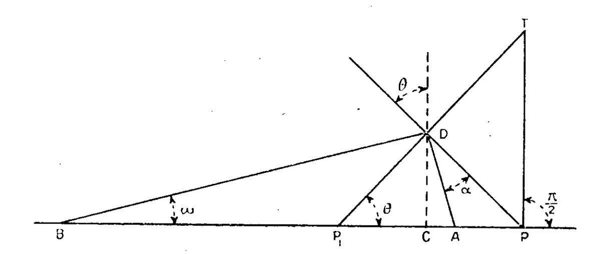
(1) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 720.

(2) *Annalen der Physik*, 6, 1901, p. 420.

(3) Séance du 30 juin 1930.

lignes tracées sur la surface d'onde [1]. J'ai déjà cherché à rendre ces notions accessibles aux personnes auxquelles l'analyse mathématique n'est pas familière [2], mais on peut les présenter sous une forme plus élémentaire encore en partant de l'étude des surfaces réglées. Les rayons lumineux qui s'appuient sur une ligne Γ de la surface d'onde forment une surface réglée Σ (une normalie), et Γ est une trajectoire orthogonale des génératrices de Σ. Nous nous servirons de la relation de Chasles $\rho = k \operatorname{tang} \theta$, qui s'établit par des considérations intuitives très simples [3].

Au point central C élevons sur la génératrice Δ une perpendiculaire $CD = k$. Soit $CP = \rho$: l'angle CDP est égal à l'angle θ que fait avec



le plan central le plan tangent en P. Si nous menons DP_1 perpendiculairement à PD, le plan tangent en P_1 est perpendiculaire au plan tangent en P, et la longueur PP_1 est le rayon de courbure R de la trajectoire orthogonale en P. Les trajectoires orthogonales menées par les points P et P_1 ont même rayon de courbure. Nous avons

$$R = PC + CP_1 = k(\operatorname{tang}\theta + \cot\theta) = \frac{2k}{\sin 2\theta}, \qquad \text{d'où} \qquad k = \frac{R}{2}\sin 2\theta,$$

relation simple entre le paramètre de distribution, le rayon de courbure R en un point P et l'angle du plan central avec le plan tangent en P.

Soit sur la trajectoire orthogonale en P un point infiniment voisin Q ($PQ = ds$). Cherchons l'angle $d\tau$ dont tourne le plan tangent à la surface réglée quand on passe de P à Q : c'est l'angle que fait avec la

---

(1) Cf. M. Dufour, *Sur la réfraction d'un pinceau lumineux dans le cas général* (*Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1539) et *Réfraction du pinceau astigmate : la troisième équation de Sturm* (*Ibid.*, **186**, 1928, p. 631).

(2) M. Dufour, *Propriétés d'un pinceau de normales* (*L'Enseignement mathématique*, 1927, p. 294).

(3) Cf. L. Raffy, *Leçons sur les applications géométriques de l'Analyse*, Paris, 1897, p. 193.

génératrice Δ la projection, sur le plan mené par Δ perpendiculairement au plan tangent en P, de la génératrice Δ' qui passe par Q. Si nous appelons Q_1 le point où Δ' rencontre la trajectoire orthogonale passant par P_1 et ds_1 l'élément correspondant P_1Q_1 de cette trajectoire, nous avons $d\tau = \frac{ds_1}{R}$: $d\tau$ est l'angle de contingence de la trajectoire orthogonale en P_1. Le rapport de $d\tau$ à ds est $\frac{d\tau}{ds} = \frac{1}{R}\frac{ds_1}{ds}$. En projetant Δ' sur un plan perpendiculaire à Δ, on voit que $ds = ds_1 \operatorname{tang}\theta$, ce qui donne

$$\frac{d\tau}{ds} = \frac{1}{R \operatorname{tang}\theta} = \frac{k}{R\rho}.$$

L'inverse de la longueur PT est donc égal à $\frac{d\tau}{ds}$.

Nous venons de voir comment on pouvait déterminer graphiquement R et $\frac{ds}{d\tau}$ connaissant le point central, le paramètre de distribution et l'angle θ. Mais, en général, la surface réglée est déterminée par la connaissance des plans tangents en trois points A, B, P de la génératrice. Alors le point D est déterminé par l'intersection de deux segments circulaires, l'un passant par A et B et capable de l'angle que font entre eux les plans tangents en A et B, l'autre passant par P et A et capable de l'angle α que font entre eux les plans tangents en P et A. Le point D étant trouvé, on trace par D la droite perpendiculaire à PD. Des considérations élémentaires vont nous permettre de calculer R et $\frac{d\tau}{ds}$ en fonction des distances $PA = a$ et $PB = b$ et des angles que font entre eux les plans tangents en A, B et P. Bornons-nous au cas usuel en optique où les plans tangents en A et B sont rectangulaires. Dans ce cas, le rayon de courbure de la trajectoire orthogonale passant par A est $b - a$, et nous avons $k = \frac{b-a}{2} \sin 2\omega$, ω désignant l'angle que fait avec le plan central le plan tangent en $A(\theta = \omega + \alpha)$.

Calcul de R. — Les triangles ADP, BDP et P_1DP donnent respectivement

$$\frac{PD}{a} = \frac{\cos\omega}{\sin\alpha}, \qquad \frac{PD}{b} = \frac{\sin\omega}{\cos\alpha}, \qquad \frac{PD}{R} = \sin\theta = \sin\alpha\cos\omega + \sin\omega\cos\alpha,$$

d'où

$$\frac{1}{R} = \frac{\sin^2\alpha}{a} + \frac{\cos^2\alpha}{b}.$$

Calcul de $\frac{d\tau}{ds}$. — Nous avons

$$R\rho = \overline{PD}^2 = ab\frac{\sin 2\omega}{\sin 2\alpha}.$$

Par suite

$$\frac{d\tau}{ds} = \frac{k}{R\rho} = \frac{k}{ab}\frac{\sin 2\alpha}{\sin 2\omega} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)\sin 2\alpha.$$

Étant donné un pinceau de normales, nous pouvons, pour toutes les normalies passant par Δ, prendre pour points de référence A et B les points focaux de Δ. L'angle $d\tau$ est l'angle de torsion géodésique pour l'élément linéaire ds tracé sur la surface d'onde (1).

PHOTOGRAPHIE. — *Sur un perfectionnement nouveau pour la prise des stéréoradiographies.* Note (2) de MM. **Ch. Guilbert** et **Livet**, présentée par M. M. de Broglie.

Le procédé usuel de stéréoradiographie consiste à prendre deux clichés du même objet avec un décalage de l'ampoule, qui équivaut généralement au dixième de la distance du foyer des rayons à la plaque.

Ce procédé a, dans la pratique, le désagrément d'exiger le déplacement très rapide d'une ampoule fragile, ou d'obliger à employer deux ampoules légèrement écartées et fonctionnant l'une après l'autre. On peut arriver à un résultat identique pour l'obtention des clichés en faisant tourner à droite et à gauche l'objet à radiographier, ainsi que la plaque photographique, d'un angle correspondant à la moitié du décalage habituel (soit moins de deux degrés et demi).

L'ampoule reste immobile, le matériel ordinaire de la radiographie peut être utilisé; la prise des clichés est faite sur une plate-forme tournante, indépendante des châssis d'examen, ou sur la table pivotante sur laquelle est fixé l'objet à photographier et qui comprend le dispositif d'escamotage des plaques et le contact des relais électriques commandant l'appareil. La rotation angulaire de tout le système est minime, le déplacement linéaire extrême de la partie pivotante n'atteint pas 2^{cm} de part et d'autre. De

(1) Cf., pour la définition de la torsion géodésique, G. Demartres, *Cours de Géométrie infinitésimale*, Paris, 1913, p. 261.

(2) Séance du 30 juin 1930.

plus le déplacement angulaire reste constant, quelle que soit la distance, ce qui offre un nouvel avantage par rapport au procédé habituel.

Il nous a semblé que ce procédé de prises de clichés était une réalisation nouvelle qui comportait de nombreux avantages et pouvait permettre de généraliser un procédé encore exceptionnel d'investigation radiologique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la forme de la courbe de solubilité de l'acide benzoïque dans le toluène.* Note de M. **Chapas**, présentée par M. C. Matignon.

La solubilité de l'acide benzoïque dans le toluène à 25° a été déterminée par Seidell, puis par Mortimer, en 1923 et par Chipman [1] en 1924. De mon côté j'ai été conduit à répéter ces mesures dans le but de mettre au point la méthode d'analyse que j'avais adoptée dans l'étude de l'influence, sur les solubilités, de l'isomérie dans la série benzénique. La forme de la courbe obtenue diffère d'une manière assez appréciable de celle publiée par Chipman.

Pour représenter la variation de la solubilité avec la température, il est avantageux d'employer un système de coordonnées rectangulaires en prenant

$$x = \frac{1}{T}, \qquad y = \log \gamma,$$

T désignant la température absolue et γ la concentration du constituant de la solution saturée qui forme la phase solide, cette concentration étant exprimée en molécules-gramme contenues dans 100 molécules-gramme de la solution. Ces variables s'introduisent naturellement dans l'expression théorique de la solubilité, pour une solution *idéale*, c'est-à-dire une solution qui obéit à la loi de tonométrie de Raoult, quelles que soient la concentration et la température. Bien que cette hypothèse puisse ne pas être exacte pour un système binaire quelconque, on peut espérer que l'allure de la courbe de solubilité sera la plus simple avec les coordonnées choisies, pourvu que la grandeur moléculaire de chaque constituant en solution soit normale; c'est vraisemblablement le cas de l'acide benzoïque et de ses dérivées par substitution dans le noyau benzénique, ainsi que des solvants dérivés du benzène.

(1) *J. Am. Chem. Soc.*, 46, 1924, p. 2445.

Pour le système acide benzoïque + toluène, les résultats numériques obtenus sont les suivants :

	t	0°.	13°,0.	25°,0.	31°,0 C.
(I)	γ	2,87	4,79	7,61	9,67 pour 100

Les points correspondants du diagramme en $\frac{1}{T}$ et $\log\gamma$ se placent très sensiblement sur une droite; de plus, cette droite passe par le point déterminé par $t = 121°,9$, $\gamma = 100$ pour 100; cette température particulière n'est autre que le point de fusion de l'acide benzoïque.

Pour estimer la précision avec laquelle la loi linéaire traduit la relation entre la solubilité et la température, il suffit de calculer les valeurs que prend le coefficient a dans la formule

$$\text{(D)} \qquad \log\frac{\gamma}{100} = a\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_f}\right),$$

avec $T_f = 273,1 + 121,9$, température absolue de fusion de l'acide benzoïque. Avec les logarithmes décimaux, on trouve :

	t	0°.	13°,0.	25°,0.	31°,9 C.
(II)	a	1365	1369	1359	1358

Moyenne : $a = 1363$.

L'écart à la loi linéaire est, au maximum, de 0,6 pour 100; il est inférieur à l'erreur possible due à la méthode d'analyse.

La courbe construite par Chipman dans le même système de coordonnées présente une concavité très nette vers l'axe des concentrations (y). Le point figuratif pour $t = 0°$C. se place bien au-dessus de la droite (D); Chipman trouve, en effet, $\gamma = 3,39$, solubilité bien plus élevée que celle (2,87) indiquée dans le tableau (I). Pour cette température, les deux méthodes expérimentales sont pourtant analogues. Il m'est arrivé d'obtenir des résultats voisins de celui de Chipman dans certains essais; alors que le Mémoire de cet auteur n'était pas encore parvenu à ma connaissance, j'ai dû conclure que le dispositif, servant à prélever l'échantillon destiné à l'analyse, se trouvait à une température supérieure à celle du système formé par la solution saturée et l'acide benzoïque cristallisé, en excès; en conséquence, l'appareillage a été modifié et les résultats obtenus dès ce moment ont présenté entre eux une bonne concordance, qui n'apparaissait pas dans les essais antérieurs. Or le dispositif défectueux ressemblait beaucoup à celui utilisé par Chipman.

L'intérêt de cette rectification sur la solubilité à 0° de l'acide benzoïque dans le toluène n'est pas contestable, puisqu'elle permet d'énoncer cette règle simple, applicable dans l'intervalle de température (0°, 32°), où ont été faites les mesures : d'une manière rigoureuse, le logarithme de la concentration de l'acide benzoïque croît en raison inverse de la température absolue.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cinétique des solutions alcalines d'iode. Cas des borates alcalins.* Note de MM. **O. Liévin** et **J. Declerck**, présentée par M. C. Matignon.

On sait que dans les solutions alcalines l'iode forme de l'iodate, plus ou moins rapidement suivant les conditions ([1]).

Avec la soude et la potasse, on observe un maximum de vitesse quand il y a à peu près 3 molécules d'alcali pour 2 atomes d'iode; de plus, la vitesse croît avec la concentration en iodure, si l'alcali est en excès, tandis qu'elle décroît si l'iode est en excès. Avec le carbonate de soude, au contraire, la vitesse de la réaction augmente constamment quand la dose d'alcali augmente, mais elle diminue par addition d'iodure ([2]).

Nous avons repris cette étude pour les solutions qui renferment des borates alcalins, en déterminant à divers moments la proportion d'iode formée.

Examinons d'abord le cas où l'acide borique et la soude ou la potasse sont en quantités équimoléculaires : ce qui correspond aux métaborates BO^2M.

1° Dans les mélanges de décomposition :

$$0{,}005\,I^2 + 0{,}02\,IK + a\,BO^2Na,$$

l'iodate se forme d'autant plus vite que a est plus grand. Par exemple, à 13°,8 pour les valeurs de a 0,1 ; 0,2 ; 0,4, les durées de demi-réaction sont, en minutes, 10 ; 2,8 et 1.

2° La vitesse de formation d'iodate diminue quand la concentration en iodure de potassium augmente. Ainsi pour le système

$$0{,}005\,I^2 + b\,IK + 0{,}1\,BO^2Na, \text{ à } 13°{,}6,$$

([1]) **Péchard**, *Comptes rendus*, **129**, 1899, p. 1453.

([2]) O. **Liévin**, *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 868; *Les solutions alcalines d'iode* (Paris, Hermann, 1923).

si b prend les valeurs 0,02, 0,04, 0,06, 0,08, la durée du cinquième de la réaction est 1, 5, 17, 65 minutes.

L'iodure de sodium agit dans le même sens que celui de potassium, mais avec moins d'efficacité. Le fait est curieux, mais paraît certain. Par exemple, avec les liqueurs

$$0,0025\,I^2 + 0,01\,IK + 0,05\,BO^2K$$

et

$$0,0025\,I^2 + 0,01\,INa + 0,05\,BO^2Na, \text{ à } 13^\circ,7,$$

les durées de demi-réaction sont respectivement 26 et 10 minutes.

3° D'après les observations précédentes, le métaborate se comporte sensiblement comme le carbonate; il y a ressemblance aussi dans l'influence de la dilution : en effet, l'addition d'eau active la réaction.

Voici un tableau relatif aux mélanges :

$$\alpha(0,005\,I^2 + 0,02\,IK + 0,1\,BO^2Na), \text{ à } 14^\circ$$

Valeur de α.	2.	1.	0,5.	0,25.
Durée de demi-réaction (minute).........	27	22	14,5	5,5

4° Enfin l'influence de la température est très importante : pour un des mélanges précédents, une élévation de température de 5 degrés suffit à ramener de 20 à 10 minutes la durée de demi-réaction.

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons fait varier les proportions d'acide borique et de potasse suivant :

$$0,005\,I^2 + 0,02\,IK + (0,1 - a)\,BO^3H^3 + a\,KOH.$$

Le tableau suivant donne pour différentes valeurs de a le pourcentage d'iodate formé après 5 et 20 minutes :

100a.										
3,3.	5.	5,3.	5,6.	5,8.	6.	6,4.	6,6.	7,2.	7,5.	10.
Iodate pour 100 après 5 minutes.										
0,75	14	40	73	77,5	70	58,5	50,5	45,5	37	13,5
Iodate pour 100 après 20 minutes.										
1,25	28	51	86,5	93,5	89,5	84	81,5	78,5	76	47,5

On voit que la vitesse reste très faible si a est inférieur à 0,033, c'est-à-dire si la dose de potasse est inférieure à celle qui correspond à $B^4O^7K^2$. La vitesse croît ensuite jusqu'à une valeur maxima atteinte pour $a = 0,058$,

qui équivaut à la composition $0,042 BO^2K + 0,016 KOH$, puis elle diminue progressivement.

Nous retrouvons donc ici un maximum, comme dans le cas de la potasse seule; il est remarquable que ce maximum, ici aussi, se réalise quand on oppose à peu près 3^{mol} de potasse *non combinée* à 2^{at} d'iode; en outre, ce maximum de vitesse possède aussi sensiblement la même valeur.

On arrive naturellement à des résultats analogues si, laissant la dose d'acide borique fixe, on augmente graduellement la teneur en potasse.

En résumé, les métaborates se comportent vis-à-vis de l'iode comme les carbonates et les phosphates tribasiques : la vitesse de formation d'iodate croît avec la teneur alcaline, mais diminue si la richesse en iodure augmente. Le borax agit, au contraire, comme le bicarbonate ou le phosphate neutre : résultats bien conformes à ce que l'on sait de l'analogie de ces sels.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence du nickel et du chrome sur les propriétés de la fonte malléable.* Note (¹) de M. **Léon Thiéry**, présentée par M. Léon Guillet.

M. Léon Guillet (²), dans ses recherches relatives à l'action du nickel et du manganèse sur les fontes blanches ou grises, a trouvé que le nickel entre en solution dans le fer α et favorise la formation du graphite.

J'ai cherché à déterminer la répercussion de ce phénomène sur la fabrication de la fonte malléable, en remplaçant en partie le silicium nécessaire à la décomposition de la cémentite, par des teneurs croissantes en nickel; j'ai étudié également l'influence du chrome.

Partant d'une fonte ayant la composition suivante :

$$C = 3,15;\quad Si = 0,47;\quad Mn = 0,21;\quad S = 0,06;\quad P = 0,095;$$

je suis arrivé, par fusion dans un four potager, aux fontes dont les compositions sont données dans le tableau I.

La moitié des éprouvettes a été recuite à la température de 910° pendant 65 heures, puis refroidie lentement, à raison de 5° par heure jusqu'à 720° et 3° par heure de 720° à 650°. L'autre moitié a été soumise à un recuit à 830° pendant 70 heures, suivi d'un refroidissement à la vitesse de 3° par heure jusqu'à 650°.

(¹) Séance du 30 juin 1930.

(²) *Comptes rendus*, 145, 1907, p. 552.

TABLEAU I.

Composition chimique des fontes étudiées et variation des points de transformation.

N°.	C total.	C combiné.	C graphite.	Si.	Ni.	Cr.	Mn.	S.	P.	Point de Curie de la cémentite.	Ac.	Ar.	Températ. de graphitisation commençante.
										°	°	°	°
1...	2,96	2,92	0,04	0,42	–	–	0,19	0,086	0,096	210	775	720	1100
2...	2,94	2,86	0,08	0,42	0,57	–	0,19	0,081	0,09	210	745	700	1075
3...	2,92	2,87	0,05	0,40	1,40	–	0,17	0,075	0,09	210	740	695	1000
4...	2,80	2,70	0,10	0,36	2,46	–	0,14	0,066	0,078	210	715	650	8870
5...	2,72	2,65	0,07	0,41	1,32	0,34	0,12	0,018	0,07	200	750	685	1075

TABLEAU II.

Variation des propriétés mécaniques de la fonte malléable en fonction de la teneur en nickel.

Fontes recuites à la température de 910°.

N°.	Ni %.	Cr %.	Charge de rupture à la traction.	Allongements %.	Diamètre d'empreinte.	Dureté Brinell.	Résilience.	Charge de rupture à la flexion. Rf.	Flèche.	Charge de rupture au cisaillement.
			kg				kgm	kg	mm	kg
1...	–	–	38,0	3	2,22	246	0,441	12,5	1,0	33
2...	0,57	–	45	4	2,38	212	0,481	20	1,5	34
3...	1,40	–	51,5	4	2,68	164	0,777	16	3	35
4...	2,46	–	46,5	5	2,52	188	0,934	18	2,5	38
5...	1,37	0,34	48	2	2,30	228	0,777	18	2	47

TABLEAU III.

Variation des propriétés mécaniques de la fonte malléable en fonction de la teneur en nickel.

Fontes recuites à la température de 830°.

N°.	Ni %.	Cr %.	Charge de rupture à la traction.	Allongements %.	Diamètre d'empreinte.	Dureté Brinell.	Résilience.	Charge de rupture à la flexion. Rf.	Flèche.	Charge de rupture au cisaillement.
			kg				kgm	kg	mm	
1...	–	–	34,5	2	1,43	305	0,200	11,4	1	éprouv. brisée
										kg
2...	0,57	–	41	6	1,82	186	0,340	12,3	1,8	34,5
3...	1,40	–	40	4	1,80	190	1,430	15	1,7	35
4...	2,46	–	48,5	6	1,78	195	0,480	18	2	36,5
5...	1,37	0,34	42	2,5	1,50	277	0,200	15	1,5	éprouv. brisée

Les différentes coulées ont été étudiées par dilatation, et par micrographie, avant et après recuit. Les fontes recuites ont été éprouvées aux essais mécaniques (traction, dureté, choc, flexion statique, cisaillement); les résultats de ces essais sont indiqués dans les tableaux I, II et III. Au point de vue micrographique, l'examen des fontes brut de coulée révèle un réseau de cémentite eutectique sur un fond de perlite. Le carbone est entièrement combiné, à l'exception, toutefois, de la fonte à 2,46 pour 100 de Ni qui renferme un peu de graphite dans les sections supérieures à 20^{mm} de diamètre. La grosseur des constituants diminue avec l'augmentation de la teneur en nickel; la fonte au nickel-chrome présente une structure très fine.

Le recuit fait apparaître le graphite dans toutes les fontes, sous forme de plus en plus fine et disséminée à mesure que la teneur en nickel augmente. La fonte sans nickel donne une structure perlitique avec de notables proportions de cémentite. Cette cémentite disparaît dans les fontes au nickel pour faire place à de la perlite qui, à son tour, est remplacée par de la ferrite pour 1,40 et 2,46 pour 100 de nickel (n°s 3 et 4 du tableau I). La structure de la fonte au nickel-chrome est constituée par du graphite et des carbures sur un fond de perlite extrêmement fine.

Conclusions. — Le nickel peut remplacer le silicium dans les fontes malléables au point de vue de l'effet de graphitisation. La présence du nickel confère à la fonte malléable des propriétés mécaniques intéressantes jusqu'à 2 pour 100 de nickel; elle permet l'abaissement de la température de graphitisation et donne un graphite plus fin et mieux disséminé. Par contre, le chrome s'oppose à la graphitisation. Il augmente la dureté de la fonte malléable au nickel et diminue les allongements et la résilience.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action de la lumière ultraviolette sur l'acide diméthylpyruvique.* Note (¹) de M. **Claude Fromageot**, transmise par M. V. Grignard.

Claude Fromageot et S. Perraud (²) ont montré que l'acide diméthylpyruvique peut exister sous trois formes tautomères suivant les conditions du milieu. Le travail poursuivi au laboratoire m'a conduit à étudier l'action

(¹) Séance du 30 juin 1930.

(²) *Biochem. Zeitschr.* (sous presse).

des rayons ultraviolets sur les différentes formes tautomères ainsi trouvées, et en particulier sur la forme de structure encore mal définie que nous avons appelée forme III. Cette forme III peut être provisoirement représentée par le schéma :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C = \begin{bmatrix}O.O.OH\\C\text{——}C\end{bmatrix}^-$$

J'ai constaté que sous l'influence de la lumière ultraviolette et de l'oxygène de l'air, cette forme donne naissance à un composé, peroxyde ou ozonide, capable de libérer de l'oxygène actif, et dont la présence est facile à déceler, en particulier par son action à froid, instantanée, sur l'iodure de potassium en milieu acide, action qui met en liberté une certaine quantité d'iode.

La présente Note a pour but de donner un aperçu qualitatif du phénomène.

10^{cm^3} de solution d'acide diméthylpyruvique M/10, ajusté à différents pH par addition de soude, sont placés dans des tubes à essais, en quartz, à 50^{cm} d'une lampe à vapeur de mercure, en quartz, pendant les temps indiqués. La température est de 20°. Dans le tableau ci-dessous, l'action des solutions ainsi traitées sur l'iodure de potassium est représentée par le signe + lorsqu'il y a déplacement intense d'iode, par le signe — quand il n'y a aucune espèce de réaction; à titre de comparaison, j'indique quelques résultats obtenus avec l'acide pyruvique.

N°.	Nature des solutions.	Temps d'irradiation (minute).	Réaction avec KI.
1..............	Acide diméthylpyruvique : pH = 1,7; pH = 7,9	non irradiés (témoins)	—
	Acide diméthylpyruvique :		
2..............	pH = 1,7	15	trace
3..............	pH = 1,7	45	trace
4..............	pH = 6,6	15	+
5..............	pH = 7,9	15	+
6..............	pH = 11,5	15	+
	Acide pyruvique :		
7..............	pH = 1,7	30	—
8..............	pH = 10,0	30	—

Il résulte de ces différentes expériences que :

1° L'acide diméthylpyruvique en solution aqueuse, neutre ou alcaline, forme sous l'influence de la lumière ultraviolette un composé susceptible de déplacer l'iode de l'iodure de potassium, c'est-à-dire un composé oxydique.

2° Cette propriété de l'acide diméthylpyruvique est liée à la présence de la double liaison de la forme III; la réaction très faible que l'on observe dans les expériences 2 et 3 est due à la présence d'une très petite quantité de forme énolique, dont la double liaison apparaît ainsi comme également capable de donner un composé oxydique.

3° Pour être capable de donner naissance à un tel composé, dans ces conditions, la double liaison doit être substituée : l'acide pyruvique dont le premier atome de carbone n'est lié qu'à des atomes d'hydrogène ne donne la réaction dans aucun cas.

Pour avoir une première idée du mécanisme de la réaction, j'ai comparé une solution d'acide diméthylpyruvique M/10, à $pH = 6,6$, irradiée 20 minutes dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire en présence d'air (témoin), avec une solution identique, irradiée dans le vide, en tube de quartz scellé. Les résultats sont les suivants : alors que la solution témoin manifeste une action intense sur l'iodure de potassium, la solution irradiée dans le vide ne donne aucune réaction immédiate. Mais si l'on attend quelque temps en présence d'air, ou, sans attendre, si l'on agite la solution à l'air avant de la mettre en contact avec l'iodure, on constate l'apparition très nette de la réaction.

Ceci indique que la formation du composé oxydique se fait en deux temps : premier temps, activation de la double liaison; deuxième temps, fixation sur la double liaison activée de l'oxygène dissous dans le milieu. Seule l'activation de la double liaison nécessite l'action de la lumière, et cette activation se maintient un temps notable après la cessation de l'irradiation.

J'ajoute que cette photoactivation peut être provoquée par la lumière solaire diffuse, les solutions étant dans des flacons en verre ordinaire; mais alors cette activation demande plusieurs jours pour s'effectuer de façon sensible.

Enfin, différentes expériences ont montré que le composé oxydique formé, stable en solution neutre ou alcaline, est rapidement détruit quand on acidifie la solution.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le nitroaluminate de calcium.* Note de M[lle] **J. Foret**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Le nitrate de calcium se combine à l'aluminate tricalcique pour donner un sel double analogue au chloroaluminate et au sulfoaluminate de calcium. On obtient ce nouveau sel double en mélangeant à une solution limpide d'aluminate de calcium, obtenue en agitant pendant 2 heures 10^g de ciment fondu alumineux dans 1^l d'eau, un mélange d'eau de chaux et d'une solution de nitrate de calcium. Pour obtenir ce corps à l'état de pureté, c'est-à-dire sans excès d'aluminate de calcium, il est nécessaire de réaliser les deux conditions suivantes : avoir dans la liqueur primitive avant précipitation un nombre de molécules de chaux supérieur à trois fois le nombre des molécules d'alumine et en même temps avoir un nombre de molécules de nitrate de calcium supérieur à celui des molécules d'alumine. Nous exprimerons cette condition par le symbole abrégé

$$CaO > 3.Al^2O^3 \quad \text{et} \quad (NO^3)^2Ca > Al^2O^3.$$

On obtient un précipité blanc cristallin, d'aspect très différent des traînées soyeuses d'aluminate de calcium.

Les analyses de trois précipités différents ont conduit aux formules suivantes :

$$3,02\,CaO.Al^2O^3.1,02\,(NO^3)^2Ca.n.H^2O,$$
$$3,04\,CaO.Al^2O^3.1,03\,(NO^3)^2Ca.n.H^2O,$$
$$3,04\,CaO.Al^2O^3.0,98\,(NO^3)^2Ca.n.H^2O.$$

Pour déterminer l'eau de cristallisation, nous avons desséché le précipité sur le chlorure de sodium dans le vide. La perte à la calcination de ce précipité donne à la fois l'eau et l'acide nitrique. En en défalquant la proportion d'acide nitrique correspondant, d'après la formule ci-dessus, au poids de matière fixe, on a la quantité d'eau. Deux analyses nous ont conduit respectivement à 15,7 et 16,2 molécules d'eau. La formule du sel double est donc

$$3CaO.Al^2O^3.(NO^3)^2Ca.16H^2O.$$

Ce corps se décompose au contact de l'eau en laissant dissoudre du nitrate de calcium, de l'aluminate de calcium et de la chaux. Il renferme quatre constituants indépendants, par conséquent il faut pour avoir un système univariant cinq phases en présence, c'est-à-dire la vapeur, la solution et trois phases solides. Ces dernières peuvent être trois des quatre phases suivantes :

alumine hydratée, aluminate tricalcique, aluminate tétracalcique et sel double. Il y a donc trois systèmes distincts à étudier séparément.

Premier cas. — Chaux, aluminate tétracalcique et sel double. On réalise ce système en partant d'un mélange des corps dissous dans lequel, en gardant la notation précédente,

$$CaO > 4\,Al^2O^3, \qquad (NO^3)^2Ca < Al^2O^3.$$

Les compositions finales correspondantes des solutions exprimées en grammes par litre ont été :

CaO.........	1,285	1,258	1,210	1,180	1,136	1,100
$(NO^3)^2Ca$.....	0,000	0,069	0,180	0,298	0,500	0,689

Deuxième cas. — Alumine, aluminate tricalcique et sel double. L'expérience montre que le nombre de molécules de chaux doit être notablement inférieur au triple du nombre des molécules d'alumine, sans quoi l'addition du nitrate de chaux fait passer dans le précipité une trop forte partie de la chaux en dissolution et l'on retombe dans le cas suivant où le précipité renferme les deux aluminates de calcium. D'autre part, la condition que le nombre de molécules de nitrate de calcium soit inférieur au triple de celui des molécules de chaux n'a pas besoin d'être strictement réalisée. Voici les résultats observés, toujours en grammes par litre :

CaO....................	0,314	0,266	0,224	0,212
$(NO^3)^2Ca$..............	0,697	0,997	1,312	1,450

Troisième cas. — Aluminate tricalcique, aluminate tétracalcique et sel double. L'analyse des dissolutions en équilibre a donné les résultats suivants :

CaO.........	0,375	0,341	0,314	0,268
$(NO^3)^2Ca$....	0,420	0,426	0,470	0.590

Nous avons étudié d'autre part la décomposition du nitroaluminate de calcium dans l'eau, dans des solutions de chaux et dans des solutions de nitrate de calcium. Dans tous les cas, il se dissout moins de 3^{mol} de chaux pour 1^{mol} d'alumine. Il en résulte que la phase solide renferme toujours les deux aluminates de calcium et l'on retombe dans le troisième cas. Voici quelques exemples des résultats obtenus :

Solutions de chaux.

CaO....................	0,966	0,722	0,476
$(NO^3)^2Ca$..............	0,257	0,290	0,345

Eau pure.

CaO..	0,308
$(NO^3)^2Ca$..................................	0,475

Solutions de nitrate de calcium.

CaO.........	0,162	0,154	0,140	0,131
$(NO^3)^2Ca$....	0,990	1,240	1,600	2,090

Les points se placent bien dans le prolongement de la courbe qui réunit les points obtenus avec le troisième système.

CHIMIE MINÉRALE. — *Complexes bromopyridinés du rhodium.* Note de M. **Pierre Poulenc**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'étude des bromosels alcalins du rhodium ([1]) a mis en évidence les différences très nettes qu'ils présentent avec les chlorosels correspondants. Le but de ce présent travail a été d'étendre la comparaison aux dérivés pyridinés; je ne rapporterai ici que ce qui concerne l'action de la pyridine sur le bromure de rhodium, en présence ou non de bromhydrate de pyridine.

Les complexes chloropyridines connus sont :

$$Cl[RhCl^2(C^5H^5N)^4] + 6H^2O\ (^2)(^3),\quad [Rh(C^5H^5N)^3Cl^3]\ (^3),$$
$$[Rh(C^5H^5N)^2Cl^4]C^5H^6N \textit{ cis et trans } (^3)$$

et quelques produits de transformation de ces derniers décrits par M. Delépine ([3]). La pyridine agissant sur les solutions de bromure de rhodium donne, suivant les proportions croissantes de pyridine, d'abord un précipité brun, puis les composés

$$[Rh(C^5H^5N)^3Br^3],\quad Br[RhBr^2(C^5H^5N)^4] + 6H^2O$$

et, en présence de bromhydrate de pyridine,

$$[Rh(C^5H^5N)^2Br^4]C^5H^6N.$$

Lorsqu'on verse dans une solution *aqueuse* de Br^3Rh de la pyridine pure, dans la proportion de 2 à 3^{mol} de pyridine pour 1^{mol} de bromure de rhodium, il se forme, très lentement à froid, rapidement à chaud, un précipité brun amorphe, pour lequel de nombreuses analyses n'ont jamais donné de formule bien définie. L'addition de quelques gouttes d'alcool à 95° à la solution aqueuse de bromure de rhodium provoque, à froid, la précipitation immé-

([1]) P. Poulenc, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 639.
([2]) S. M. Forgeusen, *J. f. prakt. Chem.*, 27, 1883, p. 478.
([3]) M. Delépine, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 45, 1929, p. 235.

diate. Cette accélération de la réaction de la pyridine sous l'influence de l'alcool a été coustatée en plusieurs circonstances. Si l'on fait la précipitation en milieu très fortement *alcoolique*, on obtient un précipité toujours amorphe, brun clair, mais sa composition est constante et répond à la formule $[Rh^2(C^5H^5N)^2(H^2O)Br^6] + 2H^2O$; ce précipité, insoluble dans l'eau et dans le chloroforme, est très peu soluble dans l'alcool à 95°; il se dissout dans les alcalis concentrés, probablement en donnant un sel du type $[Rh^2(C^5H^5N)^2(OH)Br^6]M$, que je n'ai pu isoler à cause de sa solubilité trop grande.

Si, en solution aqueuse, on porte la proportion de pyridine à dix molécules pour une molécule de Br^3Rh, en chauffant au bain-marie, on obtient le complexe $[Rh(C^5H^5N)^3Br^3]$ sous forme d'une poudre orangée; au-dessous de dix molécules, il se forme un mélange de $[Rh(C^5H^5N)^3Br^3]$ et du précipité brun dont il est parlé ci-dessus. Pour avoir le bromure de rhodium tripyridiné bien cristallisé, on le redissout dans un mélange à volumes égaux d'alcool à 95° et de chloroforme, et par évaporation au bain-marie, il se dépose en cristaux orangés. Ce complexe présente les mêmes propriétés que le dérivé chloré $[Rh(C^5H^5N)^3Cl^3]$; il est insoluble dans l'eau, à peu près insoluble dans l'alcool à 95°, soluble dans le chloroforme. Malgré sa structure de complexe non ionisé, la pyridine peut en être arrachée par l'acide bromhydrique de densité 1,38 bouillant, qui le dissout progressivement; la solution devenue rouge brun foncé, concentrée convenablement, dépose des cristaux de formule $[Rh^2Br^9](C^5H^6N)^3$ ou $2Br^3Rh, 3BrHPy$; en fait, j'ai pu préparer directement ce même corps par l'union du bromhydrate de pyridine et du bromure de rhodium. Le chlorure $[Rh(C^5H^5N)^3Cl^3]$ traité par l'acide bromhydrique dans les mêmes conditions s'attaque beaucoup moins facilement.

Si l'on pousse la dose de pyridine jusqu'à vingt molécules, on obtient au bain-marie le complexe $Br[RhBr^2(C^5H^5N^4)] + 6H^2O$ en belles lamelles jaunes d'or ou en cristaux cubiques orangés, ces deux formes cristallines étant facilement transformables l'une dans l'autre; il ne s'agit pas ici des deux isomères cis et trans que la théorie laisse prévoir. La dissolution dans l'alcool à 95° de ce complexe, chauffée au bain-marie, abandonne après une demi-heure des cristaux orangés de $[Rh(C^5H^5N^3)Br^3]$ par perte de pyridine; dans les mêmes conditions, le chlorure $Cl[RhCl^2(C^5H^5N)^4]$ est à peine attaqué, ce qui tend à prouver la moins grande stabilité du composé bromé.

Si l'on fait réagir, à la température du bain-marie pendant 45 minutes,

sur une solution de bromure de rhodium, de la pyridine dans la proportion de deux molécules de pyridine pour une molécule de Br^3Rh et en présence d'un grand excès de bromhydrate de pyridine (20^{mol}), on obtient le sel de pyridine $[Rh(C^5H^5N)^2Br^4]C^5H^6N$; l'excès de bromhydrate a pour but d'éviter la formation du précipité brun déjà décrit et de diminuer la solubilité du complexe formé; les cristaux brun rouge, déposés à chaud, sont très peu solubles dans l'eau froide et s'abîment dans l'eau chaude. Les produits de décomposition, ainsi que les sels alcalins formés à partir du sel de pyridine, seront étudiés ultérieurement.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De la réduction des sels métalliques en solution par l'aluminium.* Note de M. **Charles Boulanger**, présentée par M. G. Urbain.

L'étude de la réduction des sels métalliques par l'aluminium m'a conduit à examiner tout particulièrement les sels de métaux possédant au moins deux valences d'oxydation.

Les métaux que j'ai étudiés sont : le vanadium, le molybdène, le tungstène, le titane, l'uranium, le niobium, le manganèse, le chrome.

Les oxydes supérieurs de ces métaux forment, avec les métaux alcalins, des sels qui sont solubles dans les solutions d'hydrates ou de carbonates alcalins, alors que les oxydes inférieurs ou leurs sels sont complètement insolubles dans les mêmes conditions. A des températures variables, en raison inverse des concentrations, l'aluminium réduit en solution alcaline les sels alcalins de valence élevée et les ramène à l'état d'oxydes inférieurs.

Si l'on se place dans des conditions assez rigoureuses, par exemple, l'ébullition pour une concentration ne dépassant pas 0,5 pour 100 en sels alcalins et 1 pour 100 en carbonate alcalin — ou 0,2 pour 100 en hydrate alcalin — l'oxyde formé s'attache à l'aluminium et y reste extrêmement adhérent.

L'examen microscopique de cet oxyde montre qu'il s'agit d'un dépôt cristallin recouvrant parfaitement la surface de l'aluminium et opposant une résistance particulièrement intéressante à l'action de l'eau salée et d'un brouillard salin.

Les sels de potassium, de sodium et de lithium peuvent être employés indiféremment, mais non les sels d'ammonium. Mieux même, à un bain de carbonate de sodium, par exemple, l'addition d'un sel ammoniacal quel-

conque, comme le sulfate d'ammoniaque, au bain, arrête complètement la réduction.

J'ai étudié également l'influence d'un certain nombre de sels alcalins; la plupart, même à doses massives, n'ont aucune influence. Quelques-uns, comme les phosphates, donnent un sel d'alumine insoluble, alors que sans ce sel, l'alumine, formée dans la réaction, se redissout à chaud dans l'alcali et peut provoquer des dépôts irréguliers. D'autres, comme les sels organiques, malates, tartrates, etc., empêchent la précipitation de l'alumine, en faisant passer l'aluminium à l'état d'ion complexe négatif soluble. Dans les deux cas, le dépôt d'oxyde est parfaitement adhérent à la surface de l'aluminium.

J'ai étudié l'influence des métaux alliés à l'aluminium. Dans la proportion où ces métaux entrent dans la composition des alliages commerciaux, ils sont sans influence, que ce soient le silicium, le magnésium, le cuivre, le fer, le cadmium. Il semble même que certains d'entre eux, comme le magnésium, facilitent la réaction, mais le magnésium pur ne peut se recouvrir d'un dépôt dans ces conditions.

Le mode de réduction ci-dessus décrit n'est pas particulier à l'aluminium. Dans les mêmes solutions alcalines et de faible concentration, j'ai obtenu une réduction d'oxydes parfaitement adhérents sur le zinc et quelques alliages de zinc.

Je poursuis mes recherches sur le mécanisme de cette réaction en fonction des différents métaux qui la provoquent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse biochimique du 5-iodosalicylglucoside β.* Note de M. **P. Delauney**, présentée par M. M. Delépine.

J'ai donné [1] le mode d'obtention et quelques propriétés du 5-chlorosalicylglucoside β et du 5-bromosalicylglucoside β. Continuant mes essais dans cette série, j'ai obtenu d'une manière analogue le 5-iodosalicylglucoside β.

L'iodosaligénol $C^6H^3.(CH^2OH)_1(OH)_2(I)_5$ a été isolé pour la première fois par H.-L. Visser [2] en dédoublant l'iodosalicoside (iodosalicine) au moyen de l'émulsine. F. Litterscheid, d'après Visser, obtient cette combinaison en ajoutant à une solution aqueuse de saligénol, additionnée de soude, une solution d'iode dans l'iodure de potassium, la liqueur étant

---

(1) *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 990, et **185**, 1927, p. 1530.
(2) *Archiv der Pharmacie*, **235**, 1897, p. 557.

maintenue constamment alcaline. Après acidification par l'acide sulfurique étendu, on purifie le précipité par plusieurs cristallisations dans le chloroforme. Johannes Seidel (1) prépare ce corps par l'action de l'iode sur le saligénol en solution alcoolique, en présence d'oxyde de mercure. Merril C. Hart et Arthur Hirschfelder (2) l'obtiennent en abandonnant pendant une semaine, autant que possible à la lumière solaire, une solution aqueuse de saligénol additionnée de solution iodoiodurée.

J'ai préparé l'iodosaligénol, qui m'était nécessaire, par le procédé de F. Litterscheid légèrement modifié : $25^g,40$ d'iode sont dissous dans 60^{cm^3} de lessive de soude dilués dans 250^{cm^3} d'eau distillée. On ajoute $12^g,40$ de saligénol et, après dissolution de celui-ci, on acidifie lentement, en refroidissant sous un courant d'eau, avec de l'acide sulfurique dilué au dixième. L'iode non combiné est ensuite éliminé par quelques centimètres cubes de solution de bisulfite de sodium. Le précipité obtenu, souvent résinifié en partie, est soumis à plusieurs cristallisations dans la benzine, puis dans le chloroforme.

L'iodosaligénol fond à 138°. Sa constitution a été établie par Visser, qui l'a caractérisé comme étant le 5-iodosaligénol.

Pour la préparation de l'iodosalicylglucoside, on a laissé en contact pendant un mois, en agitant fréquemment et en renouvelant le ferment toutes les semaines, le mélange suivant :

Iodosaligénol	215^g	Glucose	10^g
Acétate de sodium	2^g	Eau	100^g
Acétone de bisulfite q. s. p.	750^{cm^3}	Émulsine	3^g

Il a été impossible, étant donnée la coloration du liquide, d'observer la marche de la réaction au polarimètre. La présence d'iodosaligénol, gênant la réduction de la liqueur de Fehling, il n'a pas été possible non plus de suivre la diminution du pouvoir réducteur. Quoi qu'il en soit, le mélange a été finalement distillé à sec et le résidu traité comme il a été indiqué pour la préparation du 5-chlorosalicylglucoside β.

J'ai obtenu ainsi un produit insoluble dans l'éther, qui a été purifié par une cristallisation dans l'éther acétique.

L'iodosalicylglucoside β est un corps cristallisé en aiguilles incolores. Il est soluble dans l'eau, beaucoup moins toutefois que ses isomères chloré et

(1) *Journ. für prakt. Chemie*, 59, 1899, p. 107.
(2) *Journ. Amer. Chemic. Soc.*, 43, 1921, p. 1688-1693.

bromé. Une solution à 1 pour 100, préparée à chaud, laisse déposer d'abondants cristaux par refroidissement. Cette solution aqueuse, comme celle de l'iodosaligénol, donne une coloration violette par le perchlorure de fer étendu, ce qui prouve que le glucose s'est combiné à la fonction alcool, l'oxhydryle phénolique restant libre.

Ce glucoside est lévogyre. Il réduit faiblement la liqueur de Fehling. L'acide sulfurique dilué et l'émulsine l'hydrolysent avec retour de la déviation vers la droite et augmentation du pouvoir réducteur de la solution.

LITHOLOGIE. — *Sur les roches éruptives de la partie occidentale de l'Algarve (Portugal).* Note de M. **Pereira de Sousa**.

J'ai considéré (1) les roches éruptives de la Serra de Monchique, ainsi que certaines autres (ankaratrite, berondrite, bekinkinite, limburgite) de la bordure mésozoïque et cénozoïque comme d'âge crétacé ou post-crétacé.

Je leur ai rattaché des types analogues qui alors n'avaient pas été analysés et qui proviennent de Vila do Bispo-Sagres dans l'extrémité occidentale de la bordure mésozoïque et cénozoïque de l'Algarve.

J'ai étudié encore deux autres séries éruptives : la diabasique, peut-être plus ancienne; et une autre, plus récente, localisée près de la côte, et qui est helvétienne ou post-helvétienne. J'ai décrit plus tard (2) la composition de cette dernière et montré qu'elle est formée par des basanites.

Je me propose aujourd'hui de donner des précisions sur les roches de la région de Vila do Bispo-Sagres. Les analyses suivantes, dues à M. Raoult, montrent que ce sont aussi des roches très semblables aux basanites précédentes. Contrairement à mon avis antérieur, j'estime qu'en raison de cette similitude chimique, elles doivent être helvétiennes ou post-helvétiennes.

---

(1) *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 822.

(2) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 545. Dans cette Note, *au lieu de* Carnaide, *il faut lire* Carnaxide.

	1.	2.	3.
SiO^2	40,94	39,78	38,72
Al^2O^3	13,50	13,77	11,40
Fe^2O^3	3,88	5,02	5,52
FeO	8,32	8,65	7,06
MnO	0,18	0,20	0,20
MgO	9,64	7,30	10,61
CaO	12,46	13,02	13,94
Na^2O	2,22	3,32	1,90
K^2O	1,76	1,66	1,47
TiO^2	3,78	3,60	3,96
P^2O^5	0,61	1,05	0,79
H^2O+	1,96	2,01	3,43
H^2O-	0,33	0,23	0,66
CO^2	0,50	0,63	0,52
Cl	0,04	0,04	traces
	100,12	100,28	100,18

1. *Basanite*. Entre Monte dos Amantes et Monte Granja. III.6.3'.4(2.2'.2.2')
2. *Mandchourite*. 1.100m S. 36° E. de l'église de Vila do Bispo........ III.6.3.4[2.2.2.2(3)]
3. *Mandchourite*. 450m N. 16° W. du fort de la Ponta da Balieira........ (III)IV.(6)7.3'.4(2.2.2.2)

La roche n° 1 est à gros grains, elle constitue peut-être un neck, et possède des cristaux de plagioclase englobés pœcilitiquement par la néphéline, ainsi que de l'augite titanifère, de l'amphibole, de l'olivine, etc. Quant aux roches 2 et 3, formant des filons, elle sont à rapporter à cette forme hétéromorphe des basanites que M. A. Lacroix appelle mandchourites, dans lesquelles le plagioclase n'est pas exprimé minéralogiquement, mais est à l'état potentiel. Elles sont microlitiques et porphyriques; le n° 2 possède des traces de plagioclase et de la biotite.

Au nord des premières roches citées plus haut et traversant le Moscovien, affleurent des filons de fourchite (400m est du Falacho dans la vallée, « barranco », Silves), d'ankaratrite (400m nord-nord-est du Monte Taborda, chemin de Odelouca, Silves); plus au nord on rencontre dans les syénites de la Serra de Monchique des filons de monchiquite (nord-est du Monte-Baiona), de ouachitite (600m nord 40° ouest do Corte Grande, Alferce) (1) etc.

(1) F. L. Pereira de Sousa, *La Serra de Monchique* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, 26, 1926, p. 321 à 350.

A l'est et au nord des basanites et mandchourites de Vila do Bispo-Sagres on retrouve la fourchite (entre la cote 100^m et la route royale, au sud de Budens) et aussi d'autres roches analogues de la famille des lamprophyres. Quelquefois elles métamorphisent l'Hélvétien. A 1300^m nord 38° est du Cabeço do Mouro, 2200^m sud de Odesseixe, une dolérite altérée se présente dans les mêmes conditions.

Quelques mots doivent être dits sur les filons qui se trouvent plus au Nord dans le Alemtejo, passant au nord de la Serra de Monchique, (2200^m N 80° E du Pilreteiro, à 2000^m sud de Reliquias; et joint au Monte Arriba, à 6000^m SSW de Colos, etc). Ce sont des types doléritiques à hornblende brune et analcime, comparables aux teschénites de la région près de Lisbonne; ils doivent être considérés comme appartenant à la même série littorale de l'Algarve occidentale.

Je suis actuellement porté à considérer toutes les roches mélanocrates de l'Algarve occidentale, à l'exclusion de la série diabasique non encore étudiée, comme helvétiennes ou post-helvétiennes.

Je ne me crois pas en droit d'étendre ces conclusions aux syénites et aux filons leucocrates qui les traversent ([1]), pas plus qu'aux filons qui affleurent dans le Carbonifère; ils ne se rencontrent pas en effet dans la bordure mésozoïque et cénozoïque : et l'on peut seulement affirmer qu'ils sont post-moscoviens.

Je considère que ce grand développement éruptif helvétien ou post-helvétien est comtemporain du grand effondrement en ovale lusitano-hispano-marocain, ainsi que de l'effondrement produit au sud de la serra d'Arrabida, et à l'ouest de l'Algarve et de l'Alemtejo. La serra d'Arrabida est aussi de la même époque.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Le repérage radio-électrique des tempêtes de sable du Sahara à grande distance.* Note ([2]) de M. **Jean Lugeon**, présentée par M. G. Ferrié.

Du 23 octobre au 13 novembre 1929, j'ai pu, avec mes deux collaborateurs Nicola de Lausanne et Waldmann de Zurich, étudier les parasites de

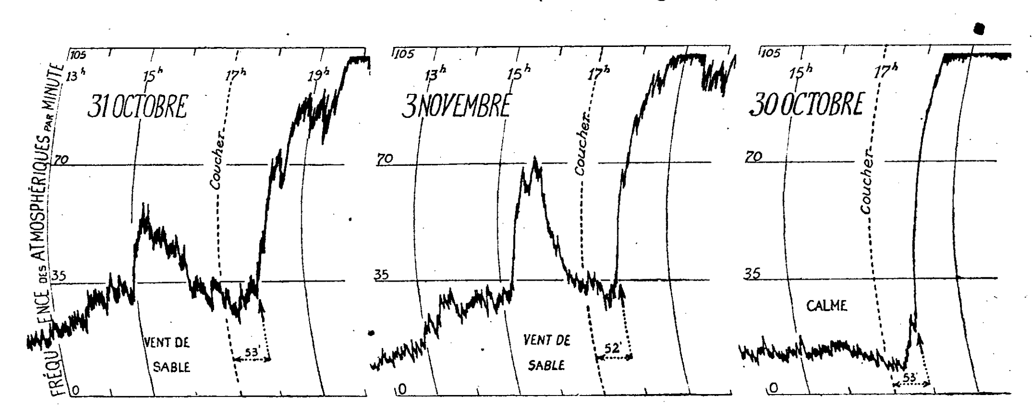
([1]) Cependant la présence de ceux-ci conduirait à cette conclusion, si l'on admet qu'ils sont complémentaires des filons mélanocrates, et si on les voyait couper ces derniers; mais je n'ai observé que l'inverse.

([2]) Séance du 30 juin 1930.

la T. S. F. dans d'excellentes conditions à l'Oasis d'El Goléa. L'enregistreur principal était mon *atmoradiographe* qui inscrit en ordonnée la fréquence par minute des trains de parasites et donne une idée de leur intensité par l'épaisseur du trait, accompagné de deux récepteurs à cadre pour toutes longueurs d'onde, d'un oscillographe cathodique à enregistrement photographique et d'une série de météographes et d'instruments pour mesurer l'ionisation, le champ électrique au sol, etc. Un même *atmoradiographe* fonctionnait à Zurich et un enregistreur Bureau inscrivait les atmosphériques à Saint-Cyr pendant la durée de la mission.

Dès les premiers jours d'enregistrement, d'écoute et de goniométrage, je pus distinguer au téléphone un nouveau type de bruit, de pétillement analogue à celui d'une mitrailleuse, absolument inconnu en Europe Centrale. Ce bruit singulier n'apparaissait d'ailleurs que par intermittence et cessait brusquement. Sur l'écran fluorescent du tube de Braun, il dessinait une grosse tache d'une remarquable régularité et parfaitement distincte des marques d'autres parasites. Les grinders des fronts froids et discontinuités méditerranéennes, les décharges orageuses, les clics nerveux d'origine inconnue, le bruit de fond des parasites équatoriaux, filtrés par la distance, en effet, se relevaient tous par des zigzags ou des oscillations.

Dans l'après-midi du 31 octobre, la tache prit subitement des proportions anormales et simultanément la courbe de l'atmoradiographe décrivit un crochet accentué, restant élevée pendant une heure, pour retomber graduellement avant le coucher du Soleil (voir la figure).



Au téléphone, le bruit de mitrailleuse couvrait les autres parasites. En tournant le cadre du goniomètre on l'annulait rigoureusement dans une direction normale au Petit Atlas algérien. Il provenait donc d'un foyer de

parasites situé soit au nord, soit au sud d'El Goléa. Le temps était beau et presque calme.

Le lendemain, le Commandant Belandou, qui venait de franchir 350^{km} au travers du Sahara, nous apporta la nouvelle d'un fort vent de sable, qu'il avait traversé au sortir de l'Oasis de Ouargla. L'heure et l'azimut coïncidaient exactement avec l'enregistrement d'El Goléa. L'*atmoradiographe* avait donc fidèlement décelé ce brusque phénomène.

Le 3 novembre, entre 15^h et 16^{h}20^m, le même phénomène se répétait avec beaucoup plus de clarté (voir la figure). La tempête de sable devait faire rage à plusieurs centaines de kilomètres et se mouvoir entre S 22° W et S 30° W. Le recoupement au cadre était tellement aigu, que l'azimut du déplacement se lisait avec la précision du degré.

Voulant me convaincre que mes appareils avaient réellement décelé un vent de sable à grande distance, je fis immédiatement interroger par T. S. F. tous les postes sahariens, jusqu'à la hauteur du Soudan. Les sapeurs de la radio m'apportèrent quelques heures plus tard les dépêches collectives confirmant mon hypothèse : la tempête de sable avait été observée à In Salah, se dirigeant vers Timimoun et virant sur Adrar. Le sable mitraillant les antennes paralysa toute réception T. S. F. pendant son passage sur ces postes, alors qu'El Goléa resta dans un calme relatif.

Ce deuxième exemple, puis un troisième, le 9 novembre, me font espérer que les enregistrements à l'*atmoradiographe*, complétés de relèvements radiogoniométriques, peuvent être d'un réel intérêt pour la protection de la navigation aérienne. La portée de ces signaux parasites doit se tenir entre 500 et 1000^{km}. En tout cas ils ne traversent pas la Méditerranée, puisque les enregistreurs de Saint-Cyr et Zurich n'en ont pas décelé la moindre trace. Trois postes de surveillance convenablement équipés, à Colomb Béchard, Touggourt et Tamanrasset dans le Hoggar, suffiraient à trianguler les tempêtes de sable du Sahara Central.

A titre de comparaison, je reproduis à la figure le diagramme typique pour une journée calme de vent et de parasites (30 octobre). Il est à remarquer ici que, 53 minutes après le coucher du Soleil, la courbe décrit un très brusque coude et la fréquence passe du simple au quadruple et plus en quelques minutes. Ces 53 minutes correspondent au moment où les rayons rasants du Soleil se trouvent à l'altitude de 121^{km},6 dans le zénith d'El Goléa. C'est probablement là l'altitude de la couche de Heaviside, d'après les hypothèses qui sont à la base de ma méthode de

sondage de l'atmosphère [1]. Alors qu'en Europe je ne pouvais utiliser que le passage des anneaux crépusculaires à l'aurore, au Sahara, ainsi qu'on le voit, les singularités électromagnétiques du crépuscule nocturne se prêtent également au calcul de l'altitude des hautes couches ionisées.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *L'étude de la propagation des ondes électriques à l'aide des parasites atmosphériques.* Note de M. **R. Bureau**, présentée par M. G. Ferrié.

Le nombre et l'intensité des parasites atmosphériques recueillis par un appareil enregistreur dépendent à la fois de l'activité des sources de parasites et de la propagation des ondes rayonnées par ces sources. Si l'on pouvait discriminer dans les courbes l'effet des sources et celui de la propagation on disposerait d'un nouveau moyen d'étude de celle-ci, moyen qu'il serait possible de mettre en œuvre sans le secours d'émissions.

Il ne paraît guère facile d'y parvenir par l'examen des courbes tracées par un seul enregistreur. J'ai cherché une solution du problème par la comparaison des courbes de plusieurs enregistreurs différant soit par la *fréquence* sur laquelle ils sont accordés, soit par leur *sensibilité*, soit par leur *emplacement*, soit enfin par les *caractères directifs* du collecteur d'ondes.

J'ai utilisé les courbes d'appareils enregistreurs du nombre d'atmosphériques par minute [2] installés au Mont-Valérien et à Saint-Cyr. J'ai fait porter la comparaison des diagrammes provenant d'appareils différents, à la fois sur les courbes individuelles et sur les courbes moyennes. J'ai constaté que la variation diurne des différences entre deux courbes était très régulière et comparable aux variations diurnes qu'on rencontre dans les phénomènes de propagation.

Voici quelques indications sur les premiers résultats de ces comparaisons :

Enregistrements sur des ondes de fréquences différentes. — De grandes dissemblances sont souvent constatées entre les courbes d'appareils réglés

---

(1) Jean Lugeon, *La nouvelle méthode de sondage électromagnétique vertical et quasi horizontal de l'atmosphère* (*Archives des Sc. phys. et nat.*, 11, Genève 1929, p. 239 à 259; *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1114 et 1690, et 189, 1929, p. 363).

(2) Voir *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 157.

sur deux ondes différentes [1]. Elles paraissent surtout dues à la propagation. Elles sont en effet assez faibles lorsque les atmosphériques émanent presque tous de sources orageuses peu éloignées et que la propagation ne peut avoir aucun effet notable. De plus il est bien connu que la fréquence d'une onde a une grande influence sur la propagation des signaux télégraphiques; il est évident que cette influence subsiste sur la propagation des ondes naturelles rayonnées par les sources d'atmosphériques.

Enregistrements sur diverses sensibilités. — J'ai enregistré séparément le nombre des atmosphériques faibles et le nombre des atmosphériques forts. Le rapport du premier nombre au second varie avec l'heure du jour, la saison et la situation météorologique (par exemple, en hiver, ce rapport est, pendant la nuit, supérieur à la normale dans les situations anticycloniques et dans les invasions polaires). Les résultats déjà recueillis laissent supposer qu'ici la différence entre les formes des deux courbes est tantôt le fait des sources (par exemple, atmosphériques d'air polaire instable en été et pendant le jour), tantôt celui de la propagation.

Enregistrements en deux stations voisines. — Au cours des trois dernières années, j'ai constaté d'assez grandes différences entre les courbes de Saint-Cyr et du Mont-Valérien (distance, 20^{km}). Comme ces différences disparaissent quand les atmosphériques proviennent d'orages rapprochés et qu'elles présentent, en général, une variation diurne très stable et très prononcée, il paraît légitime de les attribuer à la propagation.

Enregistrements dans diverses directions. — Toute mesure goniométrique, en précisant l'emplacement des sources, permet d'isoler, dans de certaines limites, l'influence de la propagation. Les goniomètres enregistreurs de directions moyennes peuvent alors rendre de très grands services.

En résumé, toute étude des courbes d'atmosphériques doit tenir compte des conditions générales de propagation et de leurs variations souvent très rapides, mais cette complication nouvelle de l'étude nous permet en revanche, et j'ai indiqué quelques manières d'y parvenir, d'interroger les ondes naturelles que nous recevons, non seulement sur leur origine, mais sur les caractères électriques des milieux qu'elles ont traversés.

---

(1) Cette dissemblance avait déjà été constatée par le *Radio Research Board*.

OCÉANOGRAPHIE. — *De quelques sources marines observées sur les côtes libano-syriennes.* Note de M. **A. Gruvel**, présentée par M. Joubin.

Dans une précédente Note, nous avons montré que, au cours de nombreux sondages exécutés sur les côtes libano-syriennes, il avait été observé des sources d'eau douce dans lesquelles la température était, tantôt supérieure, tantôt inférieure à celle de la mer ambiante, et nous avions expliqué ce fait par la différence de profondeur des nappes aquifères dans l'épaisseur du sol sous-marin.

Nous avons pu, cette année, avec l'un de nos collaborateurs, M. Besnard, étudier d'une façon plus approfondie un certain nombre de ces sources, les unes déjà signalées, les autres, au contraire, non encore décrites.

A l'aide de plongées successives, faites dans ces sources mêmes, il a été possible d'en étudier les griffons et de se rendre compte de la façon dont elles atteignent la surface du sol sous-marin. Certaines sont assez puissantes pour provoquer, à la surface de la mer, des bouillonnements visibles de loin. Dans quelques-unes même, des cailloux pesant jusqu'à 20^{g} sont soulevés en grand nombre par la colonne montante et peuvent être recueillis avec un filet pélagique.

Les griffons se présentent sous trois aspects principaux : d'abord le griffon *unique*, creusé généralement dans la roche, arrivant plus ou moins verticalement dans la cheminée formée par l'érosion de l'eau. C'est le cas de la source située au sud de Tripoli et tout près de la côte.

D'autres fois, le griffon est *multiple*, mais les différentes sorties sont relativement importantes et les colonnes d'eau qui s'en échappent ont une puissance assez considérable. Les sources de Djounié et de Chekka, qui sont multiples, sont réparties, soit suivant un triangle, soit suivant un quadrilatère plus ou moins régulier, mais dans une aire en forme d'entonnoir, sur les bords duquel s'ouvrent les griffons individuels. Cette aire creuse est bordée, sur tout son pourtour, de galets plus ou moins importants.

Enfin, le troisième type de griffon est celui en *vaste pomme d'arrosoir*. Dans ce cas, l'eau douce sourd par des quantités énormes d'orifices restreints, placés entre de petits galets formant les bords latéraux de l'entonnoir, dont les bords supérieurs sont constitués de sable plus ou moins fin qui s'écrase facilement sous les pas. Par la multiplicité de leurs orifices, ces griffons en pomme d'arrosoir donnent naissance à une énorme colonne d'eau qui se mélange rapidement avec l'eau de mer ambiante, d'indice de

réfraction différent, ce qui provoque une diminution considérable de la visibilité. Certaines de ces sources, comme celles des ports de Tyr et de Sidon, ont été utilisées par les Phéniciens au moment des sièges de ces villes et sont aujourd'hui recouvertes par des constructions plus ou moins anciennes.

Au point de vue de l'origine des sources marines sur les côtes libano-syriennes, les travaux récents et encore inédits de M. Dubertret ont confirmé ce que nous disions dans notre précédente Note. Ils ont montré que les eaux d'infiltration dans le calcaire jurassique, qui sont celles venant se perdre le plus profondément dans le sol, donnent naissance aux sources relativement chaudes; au contraire, les eaux qui s'infiltrent dans les couches alternantes de marne et de calcaire cénomanien, et qui restent près de la surface, donnent naissance, soit en mer, soit, plus souvent, près du rivage, aux sources froides.

Les premières de ces sources sortent parfois à 16 ou 18°; elles ont été, quelques-unes tout au moins, souvent utilisées pour l'alimentation. Les secondes, qui sortent à 6 ou 7° seulement, seront particulièrement intéressantes pour le développement, dans les États de Syrie, de la pisciculture truitière.

BOTANIQUE. — *La polystélie chez le* Ramondia pyrenaica *Rich.* Note de MM. **René Girard** et **Robert Lemesle**, présentée par M. J. Costantin.

La polystélie, très fréquente chez les Fougères et les Sélaginelles, est au contraire fort rare dans la tige des Phanérogames.

Van Tieghem et Douliot [1] l'ont signalée chez la plupart des *Auricules*, lesquelles diffèrent ainsi de toutes les autres Primulacées, ainsi que chez les *Gunneras* qui s'écartent de même des autres Haloragées par cette particularité structurale.

Dangeard et Barbé [2] ont mentionné l'existence, dans un pied âgé de *Pinguicula*, de 4-5 stèles distinctes entourées chacune d'un endoderme et d'un péricycle.

La présente Note a pour but d'ajouter à ces trois cas celui du *Ramondia*

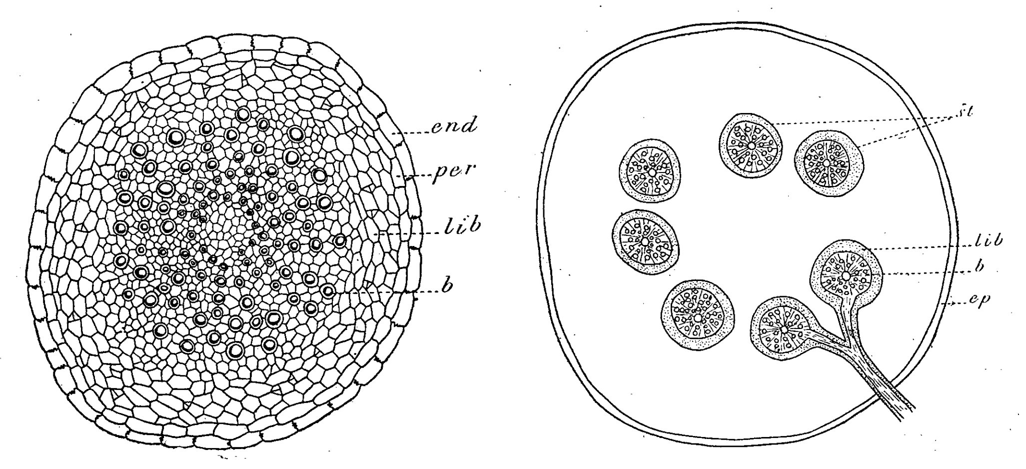
---

(1) Ph. Van Tieghem et H. Douliot, *Sur la polystélie* (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 7e série, 3, 1886, p. 275).

(2) P.-A. Dangeard et Barbé, *La polystélie dans le genre* Pinguicula (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, 34, 1887, p. 307).

pyrenaica Rich., Gesnériacée vivace répandue dans les endroits rocailleux des zones forestières des Pyrénées centrales.

En examinant une coupe transversale de la souche de cette espèce, on observe, non pas un cylindre central unique, mais 6 à 8 stèles entourées chacune d'un endoderme nettement différencié, disposées en un seul cercle dans un parenchyme fondamental où l'on ne peut distinguer ni zone corticale ni zone médullaire. Ce tissu parenchymateux se compose, en majeure partie, de cellules ovoïdes limitant des méats et situées irrégulièrement. Au voisinage immédiat des stèles, le tissu conjonctif prend une disposition plus régulière, ses éléments constitutifs formant alors des cercles concentriques et des séries radiales. Tout ce parenchyme est extrêmement riche en grains d'amidon.



Ramondia pyrenaica. — A droite, coupe transversale de la souche (figure schématique) montrant les stèles *st* et l'origine des racines adventives; *ep*, épiderme; *lib*, liber; *b*, bois. Gr. 20. — A gauche. détail d'une stèle : *end*, endoderme; *per*, péricycle; *lib*, liber; *b*, bois. Gr. 75.

Étudions maintenant le début d'une stèle : sous l'endoderme complètement subérifié, s'étend un péricycle d'une rangée de cellules parenchymateuses à paroi mince; viennent ensuite un liber et un bois en anneau absolument continu, de telle sorte que l'on ne peut pas préciser le nombre des faisceaux qui forment chaque stèle. Le bois se compose de vaisseaux, les plus internes spiralés, les autres rayés, séparés par un parenchyme ligneux cellulosique. Les files vasculaires se différencient, non pas au centre même, mais à partir d'un point situé à quelque distance du centre de la stèle. La région médiane de cette dernière est occupée par une moelle parenchymateuse de faible diamètre.

La souche de cette plante présente ainsi autant de moelles que de stèles. Une telle structure permet de rapprocher le *Ramondia pyrenaica* de l'*Auricula Delavayi* et du *Gunnera magellanica* étudiés par Van Tieghem et Douliot, où l'on voit aussi le bois formant un anneau continu autour d'une petite moelle.

On observe, par places, deux racines adventives issues chacune d'une stèle distincte, lesquelles, après un court trajet, ne tardent pas à se rapprocher l'une de l'autre pour se confondre en une seule, qui a ainsi la valeur d'une racine double. La structure de ces racines adventives est monostélique : on remarque, en dedans d'un endoderme différencié et d'un péricycle parenchymateux, 5 faisceaux libéro-ligneux secondaires juxtaposés alternant avec autant de faisceaux de bois primaire centripète.

Par opposition à la souche, l'axe de l'inflorescence offre le type monostélique. Ce dernier point permet d'établir que le *Ramondia pyrenaica* Rich, par la polystélie de sa souche et la monostélie de sa hampe florale, présente une grande similitude avec les *Auricula*, où Van Tieghem et Douliot ont observé la même particularité, et avec le *Pinguicula*, où Dangeard a signalé une semblable distinction; le *Gunnera* s'en écarte par la structure de son pédoncule floral polystélique comme celle de la tige.

CHIMIE AGRICOLE. — *Méthode colorimétrique pour déterminer rapidement l'acide phosphorique du sol, soluble à l'acide citrique*. Note de MM. **Antonin Némec**, **Joseph Lanik** et Mme **Anna Koppovà**, transmise par M. A.-Th. Schlœsing.

La quantité d'acide phosphorique soluble à l'acide citrique dilué indique, d'après les recherches de Hall et Amos, le taux de P^2O^5 des sols dit *assimilable* et permet d'évaluer le besoin de ces sols en engrais phosphatés. Pour déterminer l'acide phosphorique du sol soluble à l'acide citrique dilué à 1 pour 100, on peut se servir du procédé gravimétrique de Lemmermann. Nous avons essayé d'y substituer la céruléomolybdimétrie, basée sur la réaction de Denigès. La présence d'acide citrique dans l'extrait du sol empêche la formation du céruléomolybdate. Notre procédé analytique est basé sur l'oxydation de l'acide citrique par le permanganate potassique en milieu acide. L'acide citrique s'oxyde avec formation d'acide acétone dicarbonique (Péan de Saint-Gilles), qui se décompose en acétone et oxyde carbonique. La présence d'une quantité de $0^g,2$ d'acétone dans 100^{cm^3} de la solution ne gêne pas l'analyse céruléomolybdimétrique. On procède comme suit :

On agite 10^g du sol avec 100^{cm^3} d'une solution d'acide citrique à 1 pour 100, le premier jour pendant une heure dans l'appareil rotatoire et le deuxième jour on agite de nouveau une heure. On filtre, on centrifuge. A 5^{cm^3} du liquide obtenu, on ajoute 10^{cm^3} d'acide sulfurique dilué à 40 pour 100. On porte à l'ébullition et l'on ajoute peu à peu de la solution N/10 de permanganate potassique, en entretenant l'ébullition et en attendant, après chaque addition de permanganate, la disparition de la coloration rose. Vers la fin,

on ajoute le permanganate goutte à goutte jusqu'à une coloration rose légère, mais durable. On fait disparaître l'excès de permanganate par une goutte de peroxyde d'hydrogène à 0,25 pour 100. Ensuite on abandonne le liquide une demi-heure au bain-marie et l'on transvase la solution dans une fiole de 100^{cm^3}. On ajoute 4 gouttes d'une solution de α-dinitrophénol comme indicateur et l'on neutralise le liquide à l'aide d'ammoniaque diluée à 15 pour 100 jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune. Après refroidissement, on porte le volume du liquide à 95^{cm^3} et l'on ajoute 2^{cm^3} d'une solution de molybdate d'ammoniaque (100^{cm^3} d'une solution de molybdate + 300^{cm^3} d'acide sulfurique dilué) et $0^{cm^3},3$ d'une solution du chlorure stanneux $SnCl^2$ pour chaque $0^{mg},1$ de P^2O^5 dans 100^{cm^3} de solution. On porte le volume jusqu'à 100^{cm^3} avec de l'eau distillée et, après un quart d'heure, on mesure l'intensité de la coloration bleue à l'aide du colorimètre.

La solution standarde, contenant $0^{mg},05$, $0^{mg},1$, $0^{mg},5$ de P^2O^5 dans le volume final de 100^{cm^3}, est additionnée de 5^{cm^3} d'une solution d'acide citrique à 1 pour 100 et traitée de la même manière que l'extrait du sol.

Le tableau suivant donne quelques résultats d'analyses comparatives :

	Milligrammes de P^2O^5 par 100^g de terre.			
	Analyse gravimétrique.	Analyse colorimétrique.		
Origine du sol.	Extrait : 100^g du sol dans 1^l de sol. d'acide citrique 1 %.	Extrait : 100^g du sol dans 1^l de sol. d'acide citrique 1 %.	Extrait : 10^g du sol dans 100^{cm^3} de sol. d'acide citrique 1 %.	$CaCO^3$ pour 100 dans le sol.
Libějovice	5.1	5.1	5.7	0
Klokočov	7.1	7.7	7.9	0
Vlašim	7.2	7.2	8.3	0
Domaninek	7.4	6.2	5.7	0
Bratčice	9.5	8.8	9.6	0
Libějovice	11.0	10.6	11.6	0
Měšice	12.0	9.3	11.1	0
Klatovy	15.6	12.3	13.3	0
Chrudim	17.0	17.3	17.0	0
Deštnice	17.2	18.5	19.1	0
Oravský Podzámek	20.7	19.8	21.0	0
Roudnice	24.5	20.1	21.3	0.8
Liblice	24.9	18.5	18.8	1.5
Poděbrady	31.7	27.5	30.0	0
Čáslav	33.5	32.7	35.7	0.7
Tábor	44.6	35.6	41.0	0
Čáslav	46.5	41.0	43.0	0.6
Roudnice	59.5	48.0	45.0	4.2

L'examen du tableau précédent nous permet de conclure que la nouvelle méthode, à la fois simple et rapide, donne des résultats assez satisfaisants pour la détermination du besoin d'acide phosphorique dans les sols.

PHYSIOLOGIE. — *Adrénaline, réserve alcaline et apnée.* Note [1] de MM. **D. Bennati, J. Gautrelet** et **E. Herzfeld**, présentée par M. Charles Richet.

Nous avons insisté l'an passé [2] sur l'élévation marquée (10 à 40 pour 100), presque immédiate (1 à 3 minutes après l'injection), mais de courte durée, de la réserve alcaline chez le chien chloralosé après injection intraveineuse de $\frac{1}{10}$ de milligramme d'adrénaline par kilogramme.

Parallèlement le pH subit en général une hausse passagère (0,7 à 2,3 pour 100.

Il suffit d'injecter à l'animal 3^{mg} par kilogramme de yohimbine pour supprimer le phénomène. On sait le rôle paralysant du sympathique de cette substance.

Nous avons observé de même que l'injection d'ergotamine (Sandoz) à dose suffisante (de $\frac{1}{50}$ de milligramme à 3^{mg} par kilogramme) empêchait la hausse de la réserve alcaline post-adrénalinique.

Ces deux substances n'ont par elles-mêmes, avons-nous constaté, aucune action sur la réserve alcaline.

Si nous ajoutons que l'injection d'atropine (1^{mg} par kilogramme) est par contre inefficace, n'empêche pas c'est-à-dire la hausse de la réserve après adrénaline il semble bien que celle-ci est sous la dépendance de l'excitation du sympathique. Si donc, quand on sectionne le tronc vagosympathique chez le chien, on empêche le plus souvent, comme nous l'avons montré, l'augmentation de la réserve alcaline, il semble que ce soit à la section du seul sympathique que le fait puisse être attribué.

On sait d'ailleurs que l'excitation du sympathique exagère les échanges agissant tout particulièrement sur le métabolisme des hydrates de carbone et la régulation de la glycémie soit par action directe sur le foie, soit par l'intermédiaire du système chromaffine.

Il importe avant tout, pour mettre ainsi en cause l'augmentation brutale

---

(1) Séance du 16 juin 1930.

(2) L. Vallagnosc, Herzfeld et J. Gautrelet, *La réserve alcaline après injection d'adrénaline* (*Congrès international de Physiologie*, Boston, 1929).

des combustions sous l'influence de l'adrénaline du fait de la hausse de la réserve alcaline, d'éliminer toute influence respiratoire. Nous avons déjà montré que l'apnée constatée hors de l'injection d'adrénaline ne saurait suffire à rendre compte du phénomène : en effet au cours d'apnées de 1 à 3 minutes provoquées chez le chien par excitation du bout central du vago-sympathique ou par hyperventilation préalable, nous avons constaté que la réserve alcaline ne subissait qu'une augmentation légère (2 à 5 pour 100), très inférieure par conséquent à celle que produit l'adrénaline.

D'autres expériences abondent dans le même sens : l'injection de 2 ou 3^{cg} d'aldéhyde formique par kilogramme chez le chien provoque une apnée plus ou moins durable suivie d'une hyperpnée prolongée : nous avons constaté (1) que l'augmentation de la réserve alcaline inconstante ne dépassait jamais 5 pour 100 pendant la phase apnéique.

Consécutivement à l'injection intraveineuse d'acétylcholine si nous avons, comme Justin-Besançon, observé également une apnée plus ou moins durable, par contre nous n'avons observé en général aucune élévation de la réserve alcaline.

A l'appui de la thèse nous citerons un dernier fait : l'un de nous (2), excitant le splanchnique périphérique chez le chien, a observé après 2 à 3 minutes une hausse de 20 pour 100 environ de la réserve alcaline. La vasoconstriction et l'augmentation d'amplitude du cœur ralenti traduisaient la sécrétion adrénalinique, mais la diminution de l'amplitude et du nombre des mouvements respiratoires était seule enregistrée. Le fait est d'ailleurs d'accord avec l'observation que l'injection de doses faibles d'adrénaline ($\frac{1}{100}$ de milligramme par kilogramme) produit une hausse sensible de la réserve, indépendamment de toute apnée.

L'augmentation de la réserve alcaline constatée même en dehors de toute modification de la ventilation, au moins pendant les premières minutes consécutives à l'injection d'adrénaline, nous apparaît donc avant tout comme la manifestation d'une augmentation brutale des combustions organiques : cette soudaineté est d'ailleurs à rapprocher des phénomènes observés dans les différentes fonctions, en particulier dans le domaine circulatoire où la hausse de pression est immédiate et fugace.

---

(1) E. Herzfeld, J. Gautrelet et L. Vallagnosc, *La réserve alcaline après injection d'aldéhyde formique* (*Congrès international de Physiologie*, Boston, 1929).

(2) D. Bennati et J. Cuzin, *La réserve alcaline après excitation du bout périphérique du splanchnique* (*Congrès international de Physiologie*, Boston, 1929).

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Le mécanisme de l'accommodation chez les Téléostéens.* Note de M. **Georges Bourguignon** et de Mlle **Marie-Louise Verrier**, présentée par M. d'Arsonval.

Depuis les travaux de Th. Beer (1), il était admis que l'œil des Poissons est myope et que l'accommodation est due à un recul du cristallin sous l'action de la campanule de Haller, qui serait ainsi un organe musculaire. M. Rochon-Duvigneaud, au contraire, a trouvé que l'œil des Téléostéens vivants, examinés dans l'eau, est hypermétrope. Enfin l'un de nous (2) mesura cette hypermétropie et la trouva voisine de 8 à 10 dioptries.

Il fallait donc reprendre l'étude de l'accommodation chez les Poissons. Nos expériences ont porté sur 19 Téléostéens appartenant à 5 espèces de 5 genres différents.

I. Dans une première série d'expériences portant sur 14 animaux (11 Gardons, 1 Barbeau, 1 Tanche, 1 Carassin doré), nous avons opéré sur l'œil ouvert.

L'animal étant sacrifié par section de la tête, l'œil est aussitôt énucléé. On enlève le pôle opposé à la cornée par une section horizontale. On conserve ainsi une cupule, dont la paroi est constituée par la cornée et le reste de la paroi oculaire. Cette cupule renferme le cristallin et son appareil de suspension (ligament suspenseur et campanule). L'œil repose par la cornée sur une lame de verre placée sous la loupe binoculaire. Les électrodes sont constituées par un fil très fin de cuivre ou d'argent, terminé par un pinceau d'amiante imbibé d'une solution de NaCl à 4 pour 1000. Le pinceau doit avoir 3 à 4^{cm} de longueur pour éviter la production de bulles d'électrolyse qui gênent l'observation. L'objet est introduit dans le circuit employé par l'un de nous pour la mesure de la chronaxie par les décharges de condensateurs (3). Les excitations sont faites avec des fermetures brusques de courant continu.

Dans ces conditions, l'une des électrodes étant placée sur le ligament suspenseur, l'autre électrode sur la campanule, *nous n'avons jamais observé le moindre déplacement du cristallin, ni la moindre contraction de la campanule, même en augmentant l'intensité du courant, jusqu'à brûler les tissus.* Si, au

(1) Th. Beer, *Die accommodation des Fischauges* (*Pflüger's Archiv. f. des Ges. Physiol.*, 69, 1894, p. 523-560).

(2) M.-L. Verrier, *Recherches sur les yeux et la vision des Poissons* (*Bull. biol. de la France et de la Belgique*, supplément 11, 1928, p. 137).

(3) G. Bourguignon, *La chronaxie chez l'Homme* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, p. 80 à 83. Masson, 1923; 1 vol.).

contraire, au lieu de placer la deuxième électrode sur la campanule, on la place sur la section de la paroi, on obtient des contractions très nettes de cette paroi, ce qui la déforme et augmente le diamètre antéro-postérieur de l'œil. Ce qui se contracte alors, ce sont les muscles ciliaires, dont Grynfeltt ([1]) s'étonnait qu'ils n'aient aucun rôle dans l'accommodation. Le seuil le plus petit est obtenu quand l'électrode est placée sur la paroi à son union avec la campanule : il y a là un véritable *point moteur*.

De ces expériences il résulte que la campanule n'est pas contractile et que l'accommodation paraît due à la déformation de la paroi sous l'action de la contraction des muscles ciliaires.

II. Ce fait étant acquis sur l'œil ouvert, nous avons fait une deuxième série d'expériences pour contrôler les premières en opérant sur l'œil entier. Cette deuxième série a porté sur 5 animaux (2 Gardons et 3 Chevesnes).

L'œil énucléé est conservé entier et placé sur une lame de verre en reposant sur la cornée. L'observation est faite encore à la loupe binoculaire. Les électrodes sont les mêmes que dans les premières expériences, mais elles sont placées sur la surface externe de la paroi, l'une au voisinage du ligament suspenseur, l'autre au niveau de l'insertion de la campanule.

Dans ces conditions, on observe encore très nettement la déformation de la paroi qui se contracte. Les observations sur l'œil entier et sur l'œil ouvert aboutissent donc aux mêmes conclusions.

III. Dans une troisième série d'expériences qui a porté sur les 3 Chevesnes de la série précédente, nous avons cherché si les contractions de la paroi agissent sur la réfraction.

Pour faire cette expérience, nous avons suspendu l'œil énucléé entier dans une petite cuve à parois planes, remplie d'eau. Les électrodes, immergées, sont placées sur l'œil, comme précédemment : l'expérience a montré qu'il n'est pas nécessaire de les isoler. La cuve est installée sous la loupe binoculaire et l'un des expérimentateurs fait les excitations et observe les mouvements de la paroi oculaire pendant que l'autre fait les mesures de réfraction.

Nous avons d'abord constaté que l'œil énucléé a, dans l'eau, la même hypermétropie (8 à 9 dioptries) que chez le poisson vivant.

En faisant les excitations, on constate en même temps la déformation de la paroi et une diminution de l'hypermétropie d'environ 4 à 5 dioptries, soit environ 50 pour 100.

([1]) E. Grynfeltt, *Le muscle tenseur de la choroïde chez les Poissons* (*Arch. Anat. Micr.*, 12, 1910, p. 475-510).

Au cours de ces expériences, nous avons incidemment observé un rétrécissement de la pupille sous l'influence des excitations électriques : ce fait confirme l'existence de fibres musculaires dans l'iris des Téléostéens, bien que les pupilles de ces animaux vivants ne paraissent pas avoir de réflexe lumineux.

Conclusions. — 1° L'œil des Téléostéens a bien une hypermétropie sous l'eau, de 8 à 10 dioptries, comme l'un de nous l'a démontré.

2° L'accommodation par excitation électrique diminue l'hypermétropie d'environ 50 pour 100.

3° L'accommodation est due non à un déplacement du cristallin, mais à une déformation de la paroi sous l'action des muscles ciliaires, la campanule n'étant pas contractile; mais cette accommodation ne peut se faire chez l'animal vivant qu'en admettant un déplacement de l'œil dans l'orbite. Ce déplacement est vraisemblable : M. Rochon-Duvigneaud et Mlle Verrier [1] ont décrit en effet des poches séreuses dans l'orbite et dans l'œil des Téléostéens.

ZOOLOGIE. — *Sur le cycle évolutif d'un Trématode de la famille des* Notocotylidae *Lühe* (Notocotylus attenuatus *Rud.*). Note de M. **Paul Mathias**, présentée par M. Charles Gravier.

J'ai recueilli, en 1927 et en 1928 dans le réservoir du canal de Bourgogne qui se trouve à Chazilly (Côte-d'Or), puis en 1929 dans l'étang de Breuil, situé aux environs d'Arnay-le-Duc (Côte-d'Or), de nombreuses *Limnaea limosa* L. qui contenaient des larves de Trématodes. Environ 40 pour 100 de ces limnées renfermaient dans leur tortillon des rédies dont la taille moyenne était de 2^{mm} de long sur 0,3 à $0^{mm},4$ de large, les plus grandes ne dépassant jamais 3^{mm}. Ces rédies, dépourvues d'apophyses latérales postérieures étaient munies d'un pharynx très petit de 0,07 à $0^{mm},1$ de long, auquel faisait suite un tube digestif, rempli d'une substance brunâtre, qui atteignait presque l'extrémité postérieure de la rédie.

Les cercaires engendrées par ces rédies étaient colorées en brun très foncé et présentaient une longueur totale de 1,12 à $1^{mm},4$. Elles avaient une queue simple dépourvue de membrane ondulante et toujours plus longue que le corps (longueur de la queue : 0,66 à $0^{mm},82$; longueur du corps : 0,40 à $0^{mm},67$; largeur du corps : 0,17 à $0^{mm},24$). Elles possédaient seule-

(1) A. Rochon-Duvigneaud et M.-L. Verrier, *Sur l'existence de poches séreuses dans l'orbite et dans l'œil des Téléostéens* (*Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 539).

ment une ventouse orale de 0,045 à 0^{mm},055 de diamètre. En arrière de la ventouse se trouvaient trois taches oculaires brun noirâtre. Deux d'entre elles étaient situées symétriquement par rapport au plan médian du corps et la troisième, en avant de celles-ci et sur le plan médian. La tache antérieure était toujours légèrement plus grande que les deux autres. A la partie inférieure du corps de la cercaire, se voyait une vésicule excrétrice de 0,05 à 0^{mm},075 de diamètre; le reste de l'organisation intérieure n'était pas visible à cause du pigment brunâtre réparti en abondance sur tout le corps. A l'extrémité inférieure, près de le racine de la queue, la cercaire portait deux petites apophyses.

A maturité, les cercaires sortaient du mollusque et, après un temps plus ou moins long de vie libre, venaient se fixer sur les objets situés dans l'eau et formaient des kystes dont la partie en contact avec le support était plane et dont l'autre était convexe. Ces kystes, à contour sensiblement circulaire, mesuraient de 0,18 à 0^{mm},20 de diamètre.

J'ai cherché à obtenir l'évolution de ces kystes. J'ai fait absorber à des canards, reconnus indemnes de tout parasite, de nombreux kystes obtenus expérimentalement. J'ai pu constater que leur évolution n'avait lieu que s'ils avaient subi, avant l'ingestion, une maturité d'au moins quinze jours. Dans ces conditions, les kystes avalés par un canard donnent naissance à un Trématode qui commence à pondre environ dix jours après l'absorption des kystes. Le Trématode adulte, dont la taille moyenne est de 4^{mm}, se rencontre à l'autopsie dans les cæcums latéraux de l'intestin. Sur le vivant il est peu actif et a ses bords relevés du côté de la surface ventrale qui semble concave. Il est transparent et présente sur sa face ventrale trois rangées de glandes de couleur orangée. La médiane possède 14 à 15 glandes, les latérales 15 à 16. Il possède seulement une ventouse orale qui mesure de 0,19 à 0^{mm},26 de diamètre. L'œsophage court, dépourvu de pharynx, se bifurque en deux branches intestinales qui s'étendent jusqu'à l'extrémité postérieure où se trouvent les deux testicules qui comprennent entre eux l'ovaire. Juste en avant des testicules et latéralement il y a les vitellogènes qui s'étendent vers l'avant presque jusqu'à la moitié du corps. Entre ces derniers se trouvent les circonvolutions de l'utérus qui dépassent de 0,46 à 0^{mm},64 le front des vitellogènes. La poche du cirre, qui a de 0,9 à 1^{mm},3 de long, s'étend, du pore génital situé juste en arrière de la fourche intestinale jusqu'au début du deuxième tiers du corps. Le vagin atteint seulement la moitié de la longueur de la poche du cirre. Les œufs de 0^{mm},2 de long possèdent à chaque pôle un filament très allongé.

Le Trématode obtenu dans mes expériences est un Monostome. La taille du vagin qui est moitié de celle de la poche du cirre le fait ranger dans le genre *Notocotylus* Dies. Ses dimensions, la disposition de ses organes, le nombre de ses glandes ventrales font que je l'identifie au *Notocotylus attenuatus* Rud..

J'ai recommencé un grand nombre de fois mes expériences, avant de publier les résultats obtenus, car en 1922 M. Joyeux (1) avait indiqué pour *N. attenuatus* Rud. un cycle évolutif différent. M. Joyeux ayant eu la grande amabilité de me communiquer des préparations du Trématode obtenu au cours de ses recherches, j'ai comparé ses spécimens aux miens. Les individus obtenus par M. Joyeux, bien qu'étant développés aussi dans des canards et ayant le même âge que les parasites récoltés au cours de mes propres expériences, ne dépassent pas 2^{mm} de long, à part quelques rares exceptions. J'ai pu constater que le vagin de ces Trématodes surpassait, chez un grand nombre d'exemplaires, la moitié de la longueur de la poche du cirre tandis que les replis de l'utérus ne dépassaient vers l'avant le front des vitellogènes que de 0,1 à $0^{mm},15$. Je considère que ce Trématode, qui est de petite taille et qui présente de grandes variations dans la longueur relative du vagin et de la poche du cirre est une espèce voisine mais distincte du *Notocotylus attenuatus* Rud. M. Joyeux, à qui j'ai fait part de mes observations et qui a comparé nos préparations, s'est rangé à mon avis. Une étude sur le vivant permettrait seule d'identifier sûrement ce Trématode qui semble peu commun, car, c'est en vain que M. Joyeux a recherché des cercaires identiques à celles qui lui ont servi pour ses expériences.

Le cycle évolutif que j'ai obtenu pour *N. attenuatus* Rud. est tout à fait comparable à celui de *N. seineti* Fuhrm. indiqué par Harper (2).

Le cycle évolutif de *Notocotylus attenuatus* Rud. peut se résumer ainsi : De l'œuf sort un miracidium qui pénètre dans une limnée pour donner des rédies sans apophyses latérales et pourvues d'un long tube digestif. Celles-ci engendrent des cercaires, munies de trois taches oculaires brun foncé et d'une queue simple sans membrane ondulante, qui s'enkystent sur les corps immergés. Les kystes avalés par un oiseau tel que le canard évoluent en un Trématode adulte qui pond au bout de dix jours et le cycle recommence.

---

(1) JOYEUX, *Recherches sur les Notocotyles* (*Bull. Soc. Path. exotique*, 15, 1922, p. 331-343).

(2) W. F. HARPER, *On the structure and life history of British freshwater larval Trematodes* (*Parasitology*, Cambridge, 21, 1929, p. 189).

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le rôle du système nerveux dans la régénération de la tête chez les Lombriciens.* Note de M. **Marcel Avel**, présentée par M. Caullery.

Le rôle du système nerveux dans la régénération de la tête chez les Annélides a été étudié par plusieurs auteurs. D'une part, les expériences classiques de T. H. Morgan (¹) sur *Eisenia fœtida* ont montré que la régénération d'une tête n'a lieu qu'au niveau où la chaîne nerveuse se trouve incorporée dans une cicatrice. Les expériences un peu différentes de H. R. Hunt (²) sur le même animal parlent dans le même sens, ainsi que celles de J. Nusbaum (³) sur la régénération de la queue chez *Nereis*. Par contre, A. J. Goldfarb (⁴) a pu observer chez *Lumbricus* sp., dans quelques cas, la régénération d'une petite tête fonctionnelle malgré l'absence, vérifiée histologiquement, de la chaîne nerveuse ventrale au niveau de la section. L'opposition au moins apparente des résultats de Morgan et de Goldfarb a maintes fois été signalée, mais n'a reçu aucune explication.

J'ai repris cette question depuis un an environ. La conception de Goldfarb nécessite une analyse particulière, que j'ai entreprise, et dont je communiquerai ultérieurement les conclusions. Je me suis attaché d'abord à vérifier, par des expériences variées et nouvelles, les vues de Morgan, et je rapporte ici les résultats de quatre types d'expériences, réalisées sur *Lumbricus terrestris* L., *Allolobophora terrestris* Sav. et *Eisenia fœtida* Sav.

1° J'ai pratiqué, *dans les segments* 3 *à* 6, *des fenêtres*, en enlevant la paroi du corps et la partie correspondante du tube digestif. Chez une partie des sujets, l'ouverture était située *ventralement*, et un fragment de la chaîne nerveuse se trouvait enlevé au cours de l'opération. Chez les autres, la brèche était au même niveau, et d'égale grandeur au moins, mais *dorsale*, et n'intéressait pas le système nerveux central. Dans le premier cas, les lèvres de la plaie ont été le point de départ de la régénération d'une tête surnuméraire. Dans le second cas, la blessure s'est simplement cicatrisée.

2° J'ai *greffé* un fragment de la paroi ventrale du corps comprenant 7 ou 8 segments (à partir du 4ᵉ ou du 5ᵉ) *sur le dos* d'individus de la même

---

(¹) *Arch. f. Entw. mech.*, **14**, 1902, p. 562.
(²) *Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll.*, **62**, 1919, p. 576.
(³) *Arch. f. Entw. mech.*, **25**, 1908, p. 632.
(⁴) *Journ. Exp. Zool.*, **7**, 1909, p. 643.

espèce, *dans la région céphalique*. Dans une première série d'expériences, le morceau correspondant de la chaîne nerveuse ventrale était transplanté avec le greffon. Dans une seconde série, les greffons étaient analogues, mais dépourvus de chaîne nerveuse. Toutes ces transplantations réussissent fort bien. *Dans le premier cas*, si la chaîne nerveuse affleure à la suture antérieure de la greffe, *on observe toujours à ce niveau la poussée d'une petite tête parfaitement constituée*. Dans le second cas, on n'observe au niveau correspondant, mais dépourvu de système nerveux, qu'une simple cicatrisation. En sectionnant la tête des sujets précédents au niveau des premiers segments du greffon, on constate toujours que, dans le premier cas, le greffon prend part à la régénération, de sorte que la tête reconstituée est plus ou moins nettement double et s'insère sur toute la surface de section. Dans le second cas, au contraire, le greffon cicatrise simplement sa blessure, et le régénérat du porte greffe, s'arrêtant à son niveau, a une surface d'implantation réduite.

3° J'ai *prélevé la chaîne nerveuse ventrale* à partir du ganglion sous-œsophagien et sur une longueur d'une quinzaine de segments et je l'ai *greffée sur le dos* de sujets de la même espèce, de manière que son extrémité antérieure affleure à une petite blessure située au 4ᵉ ou au 5ᵉ segment. Ce point est, par la suite, le siège d'une prolifération active des tissus qui aboutit à la formation d'un bourgeon parfois volumineux, mais qui ne paraît pas se différencier en une tête.

4° J'ai *dévié la chaîne nerveuse ventrale et fait aboutir son extrémité antérieure à une petite blessure* située en des points variables, *latéralement ou dorsalement*, dans le 5ᵉ ou le 6ᵉ segment. Toutes les fois que j'ai pu éviter une consolidation trop rapide de la cicatrice, le point d'affleurement du système nerveux a été le siège de la poussée d'une tête généralement filiforme, mais assez longue, segmentée et pigmentée. Cette dernière série d'opérations confirme les résultats obtenus par la déviation de nerfs chez les Amphibiens (Mˡˡᵉ Locatelli, Guyénot et Schotté, etc.).

Les expériences que je viens de rapporter corroborent entièrement les vues de Morgan. Elles permettent d'affirmer que, chez les Lombriciens, la chaîne nerveuse ventrale joue un rôle dans le déclenchement de la régénération de la tête, et même qu'elle joue le rôle principal. Mais les expériences de Goldfarb empêchent encore d'écarter complètement la possibilité d'une influence stimulatrice des autres tissus, au moins dans les sections complètes de la tête.

La conformité des résultats des déviations de nerfs chez les Amphibiens

et chez les Annélides conduit à considérer comme général le pouvoir du système nerveux de faire apparaître des formations surnuméraires dans les territoires capables de régénérer.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Présence de l'acétylméthylcarbinol et du 2.3-butylèneglycol dans le sang des animaux supérieurs.* Note de MM. **M. Lemoigne** et **P. Monguillon**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'acétylméthylcarbinol ($CH^3 - CH.OH - CO - CH^3$) et le 2.3-butylèneglycol ($CH^3 - CH.OH - CH.OH - CH^3$), produits si souvent par les microbes, sont formés également par les végétaux supérieurs comme nous l'avons montré ([1]). Il y avait lieu de rechercher leur présence dans les tissus des animaux.

C. Neuberg et E. Gottshalk ont établi que les lapins utilisent ou tout au moins détruisent ces produits ([2]). L'un de nous a démontré que le diacétyle ($CH^3 - CO - CO - CH^3$) est partiellement détruit et partiellement transformé en acétylméthylcarbinol par les cobayes et les lapins ([3]). Mais jamais, à notre connaissance, on n'a signalé la présence de ces substances dans les tissus des animaux supérieurs.

Pour les rechercher, nous avons tout d'abord étudié le sang qu'il est facile d'obtenir à l'état frais. Une expérience déjà ancienne nous avait montré que l'acétylméthylcarbinol existe dans le sang de cheval mais en très faible quantité et que si l'on veut le caractériser sûrement et le doser, il est nécessaire d'utiliser des prises d'essai importantes et d'employer une méthode d'une grande sensibilité.

Dans chaque opération nous avons traité au minimum 3 à 4^{kg} de sang. La technique adoptée est, en principe, celle qui nous a servi pour l'étude des graines en germination. Le sang est coagulé immédiatement après la saignée, par du chlorure ferrique. Le coagulum est soigneusement divisé et traité par un courant de vapeur d'eau. Le distillat est rectifié et l'on précipite à l'état de nickel-diméthylglyoxime le diacétyle provenant de l'acétylméthylcarbinol.

Le résidu non distillable est traité par le brome, puis de nouveau par la

---

([1]) M. Lemoigne et P. Monguillon, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1457.

([2]) C. Neuberg et A. Gottschalk, *Biochem. Zeitschrift*, **162**, 1925, p. 484.

([3]) M. Lemoigne, *C. R. de la Soc. de Biologie*, **97**, 1927, p. 1479.

vapeur d'eau et le distillat, rectifié, sert à doser le diacétyle dérivant de l'oxydation du 2.3-butylèneglycol.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

	Prise d'essai (en kg).	En milligrammes par kilogramme de sang. Acétyl-méthylcarbinol.	Butylèneglycol.	Total.
Bœufs...........	3,89	1,1	3,7	4,8
Moutons.........	4,29	1,2	4,6	5,8
Porcs............	4,51	1,3	traces non dosables	-
Chevaux........	4,37	1,5	néant	1,5

Grâce à l'importance des prises d'essais, les précipités rouges de nickeldiméthylglyoxime sont volumineux et extrêmement nets. Dans tous les cas, nous avons constaté qu'ils présentent bien les propriétés des précipités obtenus avec la diméthylglyoxime chimiquement pure : ils ne fondent pas mais se volatilisent, cristallisent en aiguilles microscopiques très nettes. Décomposés par de l'eau acidulée et portée à l'ébullition, ils donnent du diacétyle que l'on peut précipiter à l'état de phénylosazone fusible à 243-245°.

Ayant reconnu que le produit volatil caractérisé est bien du diacétyle, nous nous sommes demandés s'il provenait bien de l'oxydation de l'acétylméthylcarbinol et de celle de 2.3-butylèneglycol et non pas d'une action banale de nos réactifs, chlorure ferrique et brome, sur les matières organiques.

Par des expériences directes, nous nous sommes assurés que des glucides, des lipides, des protides et des mélanges complexes, traités dans les mêmes conditions, ne donnent pas de diacétyle.

Pour plus de sûreté, nous avons voulu caractériser l'acétylméthylcarbinol en faisant agir le chlorure ferrique, non pas sur le sang lui-même mais sur son distillat. Après plusieurs essais infructueux, nous sommes arrivés à une technique qui nous a donné un résultat positif. Du sang de cheval ($3^{kg},5$) a été hémolysé par 350^{cm^3} d'éther et soumis directement à un entraînement par la vapeur d'eau en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter la mousse. Après refroidissement, la masse coagulée a été soigneusement divisée et soumise à nouveau à un entraînement à la vapeur. Les distillats obtenus parfaitement clairs ne contenaient aucun produit non volatil, entraîné mécaniquement. Ils ont été rectifiés par la méthode ordinaire. L'éther a été séparé en grande partie par décantation, et le distillat final nous a donné un précipité faible mais extrêmement net de nickeldiméthyl-

glyoxime. Dans ces conditions expérimentales, le diacétyle obtenu ne peut provenir que de l'acétylméthylcarbinol.

Conclusion. — Trouvés fréquemment chez les microbes, caractérisés chez les plantes, l'acétylméthylcarbinol et le 2.3-butylèneglycol existent également dans le sang des animaux supérieurs. Ils sont donc très répandus chez les êtres vivants et l'on peut les considérer comme des produits importants au point de vue physiologique.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur une fermentation lactique de certains sucres à la température de 70°.* Note de MM. **G. Guittonneau**, **H. Delaval** et Mlle **M. Bejambes**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le *Thermobacillus tarbellicus*, antérieurement caractérisé par l'un de nous (1), peut provoquer, ainsi qu'il a été dit, une fermentation lactique du saccharose remarquablement vive à des températures optima voisines de 70°. L'étude que nous avons faite de cette fermentation non encore décrite et nos recherches complémentaires relatives à l'attaque de différents sucres par le bacille nous ont conduits aux résultats ci-après rapportés.

A. *Fermentation du saccharose.* — La fermentation du saccharose a été suivie tout d'abord dans le milieu M antérieurement défini et reconnu, parmi tous ceux que nous avons essayés, le plus favorable au développement du *T. tarbellicus*. Rappelons qu'il était constitué par une solution minérale saccharosée à 40 pour 1000 environ, peptonée à 15 pour 1000, amenée à pH 7,5 et additionnée d'un grand excès de carbonate de calcium (2).

Nos cultures d'expérience ont été maintenues dans un bain à 70°. Elles ont été analysées, au moment jugé opportun, suivant des procédés classiques sur lesquels nous ne pouvons nous arrêter ici. Bornons-nous à préciser que les acides volatils et l'acide lactique, préalablement séparés des liquides fermentés, ont été dosés : les premiers par la méthode de Duclaux, le second par pesée à l'état de lactate de zinc. Nous avons également obtenu de bonnes déterminations quantitatives de l'acide lactique en le transformant en aldéhyde par le permanganate de potassium dilué ou par le bioxyde de manganèse colloïdal, en présence d'un excès de sulfate de man-

(1) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 69.

(2) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 69; **187**, 1928, p. 576 (errata).

ganèse, suivant la technique récemment décrite par Friedemann et Kendal [1]. L'oxydation était alors effectuée dans les liquides fermentés préalablement débarrassés de leur peptone et de leur sucre résiduels par traitements successifs à l'acide phosphotungstique en milieu sulfurique (suivant les indications de Friedemann et Kendal), puis par le sulfate de cuivre en présence d'un excès de chaux (procédé Van Slyke) [2].

Les gaz dégagés au cours de certaines fermentations, conduites à l'abri de l'air, ont été recueillis et analysés. Ils ne contenaient pas d'hydrogène en quantité dosable à l'eudiomètre et étaient constitués par de fortes proportions d'anhydride carbonique associé à un peu d'azote résiduel.

Le plus souvent, les cultures ont été faites dans des flacons munis de réfrigérants ascendants stérilisés qui retenaient les produits volatils tout en s'opposant à la concentration des milieux par évaporation. Leur étude analytique nous a alors régulièrement fourni des résultats en tous points comparables aux suivants que nous citons à titre d'exemple et qui se rapportent à une culture de 11 jours où $31^g,71$ de sucre par litre avaient été consommés.

Produits distillant en milieu neutre. — Traces d'aldéhyde.

Acides organiques à sels de calcium insolubles. — Absence.

Acides organiques à sels de calcium solubles. — Pour 1 litre de culture il s'était formé : acide formique, traces; acide valérianique, $0^g,128$; acide acétique, $1^g,514$; acide lactique, $22^g,25$. Ces acides correspondaient d'une manière satisfaisante au Ca solubilisé qu'ils saturaient en grande partie.

L'acide lactique obtenu donnait un sel de zinc ayant pour pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D^{20^\circ} = -7^\circ,15$. Il était donc constitué par un mélange des deux isomères droit et gauche avec une grande prédominance du premier sur le second (pour le lactate de zinc de l'acide droit $[\alpha]_D^{20^\circ} = -8^\circ,6$).

Dans les conditions des expériences précédentes, les acides organiques que nous venons d'énumérer pouvaient évidemment provenir aussi bien de la dégradation de la peptone que de celle du saccharose, l'une et l'autre de ces deux matières organiques étant attaquées par le bacille. Il nous a fallu rechercher leur origine.

En faisant varier la composition du milieu M, nous avons pu expérimentalement établir, ainsi que le montre le tableau ci-après, que seuls les acides lactique et acétique sont des termes constants de la dégradation du

(1) *Journal of Biological Chemistry*, 82, 1929, p. 23.
(2) *Journal of Biological Chemistry*, 32, 1927, p. 455.

glucide. Le même tableau montre en outre que l'acide lactique a été, dans tous les cas étudiés, le produit principal de la fermentation du saccharose. A lui seul il représentait en effet de 56 pour 100 environ (milieu à l'asparagine) à 70 pour 100 environ (milieu peptoné ou milieu au lactate d'ammonium) du sucre disparu.

Milieu minéral (1) additionné de	Durée de l'expérience	Sucre consommé (2).	Acides organiques formés				Ca correspondant		Ca solubilisé.
			lactique.	acétique.	valérianique.	formique.	aux acides formés.	à NH^3 formée.	
Peptone 15 °/₀₀	42 jours	0	0	1,087	1,232	traces	0,604	0,740	0
Peptone 15 °/₀₀ / Saccharose 35 °/₀₀	11 jours	31,71	22,25	1,514	0,128	traces	5,476	0,012	5,666
Asparagine 17,8 °/₀₀ / Saccharose 36 °/₀₀	16 jours	15,75	8,775	0,928	0	0	2,259	0	2,404
Alanine 5,7 °/₀₀ / Saccharose 34 °/₀₀	28 jours	14,93	8,63	1,62	0	0	2,457	0	2,551
Lactate d'amm. 2,6 °/₀₀ / Saccharose 35,3 °/₀₀	18 jours	8,75	6,3	1,186	0	0	1,795	0	1,902

B. *Action du bacille sur différents sucres.* — En substituant d'autres sucres au saccharose du milieu M, nous avons trouvé :

1° que la maltose, le glucose et le lévulose fermentent comme le saccharose et que le xylose subit également une fermentation lactique;

2° que le lactose, le galactose et l'arabinose restent au contraire inattaqués.

La séance est levée à 16h30m.

A. Lx.

---

(1) Partie minérale du milieu M (solution de sels minéraux + CO^3Ca).

(2) Tous les résultats du tableau sont exprimés en grammes par litre de culture.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 16 JUILLET 1930.

PRÉSIDENCE DE M. Léon LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Notre section d'Économie rurale, qui venait à peine de se compléter, est de nouveau désemparée.

Alphonse-Théophile Schlœsing, né à Paris le 26 mai 1856, était le fils de Jean-Jacques-Théophile Schlœsing, également membre de la section d'Économie rurale, mort en 1919 à l'âge de 95 ans. Depuis 1903, c'est-à-dire pendant 16 ans, ils siégèrent ici côte à côte. Leurs carrières furent remarquablement semblables. Tous les deux, à leur sortie de l'École Polytechnique, étaient entrés dans le corps des ingénieurs des Manufactures de l'État; tous les deux, à tour de rôle, avaient dirigé l'École d'application et le laboratoire du quai d'Orsay. Ils s'étaient succédé dans la Chaire de Chimie agricole au Conservatoire des Arts et Métiers. Tous les deux, enfin, avaient cru devoir décliner l'honneur de présider nos séances. Le fils, malheureusement, n'a pas hérité de la longévité paternelle, et c'est à 74 ans qu'il est emporté par une cruelle maladie. Ses obsèques ont été, suivant sa volonté, célébrées sans délégation et sans discours.

Son propre fils, tué sur le front de Champagne, l'avait précédé de quinze ans dans la tombe.

Les travaux d'Alphonse-Théophile Schlœsing, presque entièrement consacrés à de difficiles questions de biologie végétale, ont toujours été dominés par le souci de ne rien affirmer sans preuves décisives. Il a débuté par des recherches sur la fixation de l'azote libre par les plantes, recherches effectuées en collaboration avec Émile Laurent, Correspondant de la section d'Économie rurale, mort en 1904.

Hellriegel et Wilfarth avaient annoncé que les légumineuses possèdent la précieuse faculté de puiser dans l'atmosphère des quantités d'azote souvent considérables, et que cette absorption est due à des microbes vivant sur les racines, où leur présence se manifeste par des nodosités particulières. Cette conclusion reposait sur la comparaison des quantités d'azote contenues dans les graines, dans les récoltes et dans le sol, au début et à la fin des expériences; mais on devait se demander s'il s'agissait là d'azote libre ou bien de composés nitreux existant dans l'air ambiant. Pour trancher la question il fallait, comme le fit notre confrère, opérer en vase clos, en fournissant à la plante de l'oxygène et de l'azote purs, avec la dose convenable d'acide carbonique. L'azote disparu du mélange gazeux fut exactement retrouvé dans la plante. A titre de contrôle, on vérifia qu'un sol témoin, sans culture, ne fixait pas d'azote. Ce beau travail nécessita tout un ensemble de dispositifs et de procédés nouveaux. Il a démontré définitivement que les légumineuses sont capables de se procurer dans l'atmosphère de l'azote existant à l'état libre, et, de plus, que certaines algues possèdent la même propriété.

Par une méthode analogue, Schlœsing, en faisant vivre des plantes en vase clos, a étudié les variations pondérales de l'oxygène et de l'acide carbonique enfermés avec elles. Il a vu, notamment, que la quantité d'oxygène gagnée par la plante dépasse celle qu'elle a pu se procurer par échange gazeux ou par assimilation d'eau, le surplus provenant des sels contenus dans le sol. D'autre part, la plante dégage, en volume, plus d'oxygène qu'elle n'absorbe d'acide carbonique.

On croyait, avant Schlœsing, que les phosphates du sol, fort peu solubles, ne sont d'aucune utilité pour les plantes, et que seul le superphosphate ajouté par les cultivateurs est capable de fournir l'acide phosphorique indispensable. Il a montré qu'en réalité la circulation incessante de l'eau suffit pour amener aux racines, sans addition de superphosphate, des quantités d'acide phosphorique qui ne sont nullement négligeables. Par un mécanisme analogue, les plantes utilisent les quantités infimes de potasse qui se trouvent dans le sol.

Mentionnons, sans pouvoir tout citer, des études sur la combustion lente et la nitrification du fumier; sur le grisou, considéré comme produit de la décomposition lente des matières végétales; sur la présence de l'azote et de l'argon dans le sang; sur la séparation de deux sels ayant un ion commun, etc. Signalons aussi divers travaux intéressant spécialement les Manufactures de l'État; entre autres : le dosage du phosphore libre dans le sesquisulfure de

phosphore découvert par Georges Lemoine et servant à la fabrication des allumettes; la discussion des conditions dans lesquelles s'opère la fermentation du tabac; le perfectionnement de l'obtention industrielle de produits riches en nicotine destinés à l'horticulture et au traitement de la gale des moutons.

En ouvrant notre séance du 10 février 1919, le président, M. Guignard, prononçait les paroles suivantes :

« Nulle part la disparition de M. Schlœsing ne sera ressentie plus profondément que dans notre Académie, où l'on savait apprécier, tout autant que sa science, l'affabilité de son caractère, la bonté de son cœur, la droiture de son esprit et, pour tout dire en un mot, la haute valeur morale de sa personne. Il emporte l'estime, l'affection et l'admiration de tous ceux qui l'ont connu. »

Il s'agissait alors du père; mais ce bel éloge convient, sans changer un seul mot, à la mémoire du fils.

Au nom de l'Académie, j'adresse à la famille de notre regretté confrère l'expression de notre vive sympathie dans ces tristes circonstances.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur le courant électrique vertical atmosphérique.* Note [1] de M. **Ch. Maurain**, Mlle **G. Homery** et M. **G. Gibault**.

Sous l'action du champ électrique atmosphérique les ions de l'atmosphère prennent un mouvement général, les positifs dans la direction du champ, les négatifs dans la direction inverse. Le flux total constitue ce qu'on appelle le courant électrique vertical atmosphérique. Son intensité i est donnée par la formule

$$i = F(\lambda + \lambda'),$$

F représentant le champ électrique, λ et λ' les conductibilités correspondant aux ions positifs et négatifs. Ce courant est, comme le champ, dirigé généralement vers le bas; à l'Observatoire du Val-Joyeux, où ont été faites les mesures rapportées plus loin, la direction est vers le haut pendant 11 pour 100 du temps.

Depuis 1923, le champ électrique est enregistré de manière continue au

(1) Séance du 7 juillet 1930.

Val-Joyeux, et les conductibilités λ et λ' sont mesurées 3 fois par jour, à 9^h, 13^h et 17^h, sauf une interruption en 1926 pendant les mois de juillet, août et septembre.

A l'aide des valeurs de $\lambda + \lambda'$ et de la valeur de F au même moment, on a calculé les valeurs du courant vertical i correspondant à toutes les mesures de conductibilité des six années 1924-1929. Le champ et la conductibilité variant continuellement, il en est de même du courant vertical; cependant, comme les variations du champ et de la conductibilité sont généralement, en gros, inverses, le courant vertical est un élément moins variable que les deux précédents.

Dans les tableaux qui suivent sont données les valeurs moyennes mensuelles du courant vertical i en unités E. S. Le Tableau I est établi avec seulement les valeurs positives (c'est-à-dire correspondant à un courant vers le bas); le Tableau II est établi avec toutes les valeurs, c'est-à-dire que les moyennes sont des moyennes algébriques (correspondant à un flux résultant vers le bas).

TABLEAU I. — *Valeurs positives.*

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	Année.
1924...	$3,19.10^{-7}$	2,70	3,56	4,57	4,77	5,19	6,51	6,31	4,88	5,22	5,38	4,43	4,72
1925...	3,49	5,26	3,31	4,56	4,91	3,34	5,62	7,41	5,64	4,81	4,03	4,80	4,77
1926...	4,21	4,54	3,83	3,94	3,86	3,43	–	–	–	3,70	5,79	3,01	–
1927...	3,79	4,06	3,84	3,11	3,45	4,82	4,22	6,50	5,13	4,13	2,97	3,03	4,03
1928...	4,10	4,20	5,40	8,44	3,30	4,79	3,39	4,39	3,77	5,39	3,97	3,57	4,59
1929...	2,79	4,16	3,67	3,24	2,98	3,61	3,94	4,89	3,43	4,31	5,49	4,49	3,91
Moy....	3,59	4,15	3,94	4,64	3,88	4,20	4,74	5,90	4,56	4,76	4,37	4,06	

TABLEAU II. — *Valeurs algébriques.*

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	Année.
1924...	$2,77.10^{-7}$	1,41	2,78	3,06	3,48	4,65	5,51	6,03	4,29	4,43	4,08	2,79	3,77
1925...	2,31	2,06	1,16	3,10	2,30	3,01	5,04	5,55	5,64	4,11	2,13	3,87	3,36
1926...	3,86	2,37	3,43	3,12	3,00	2,72	–	–	–	3,20	4,96	2,53	–
1927...	3,21	2,93	1,04	2,00	3,23	2,76	3,01	4,95	4,58	3,06	2,79	2,32	2,99
1928...	3,88	3,40	2,50	4,76	1,91	3,35	3,39	3,81	3,60	3,78	3,72	2,55	3,42
1929...	1,09	3,33	2,75	2,18	1,72	3,31	1,62	4,83	3,24	3,23	3,70	2,88	2,84
Moy....	2,85	2,68	2,28	3,04	2,44	3,30	3,71	5,03	4,27	3,72	3,28	2,87	

Les moyennes générales sont, pour les valeurs positives $4,40.10^{-7}$ E. S. et pour l'ensemble des valeurs, positives et négatives, $3,28.10^{-7}$. C'est un débit très faible, correspondant respectivement à $1,48.10^{-6}$ et $1,09.10^{-6}$

ampère par kilomètre carré; mais il est général et continuel; pour toute la France, le débit positif vers le sol est environ 0,8 ampère, et le débit algébrique moyen 0,6 ampère; pour toute la Terre, en supposant au courant vertical la même valeur moyenne que dans la campagne parisienne, cela ferait environ 760 et 570 ampères; il est intéressant de rappeler qu'on arrive à un débit moyen du même ordre de grandeur que le précédent pour les coups de foudre, d'après les évaluations de la quantité d'électricité mise en jeu dans ces décharges orageuses faites par plusieurs physiciens et en particulier par C. T. R. Wilson, et les statistiques (difficiles) des coups de foudre.

D'après les tableaux ci-dessus, le courant vertical présente un maximum pendant l'été. Parmi les deux facteurs dont il dépend, le champ électrique est maximum en hiver, et la conductibilité en été; c'est donc la variation de la conductibilité qui l'emporte. Il en est d'ailleurs généralement ainsi, sauf quand le champ électrique atteint des valeurs exceptionnellement fortes en présence de nuages orageux; par exemple le courant électrique est, comme la conductibilité, généralement plus fort par temps clair que par temps couvert, ce qui correspond à une proportion plus forte du nombre des petits ions très mobiles par rapport au nombre des gros ions peu mobiles.

M. **J.-B. Charcot** fait hommage à l'Académie de son *Rapport préliminaire sur la campagne du « Pourquoi-Pas ? »*.

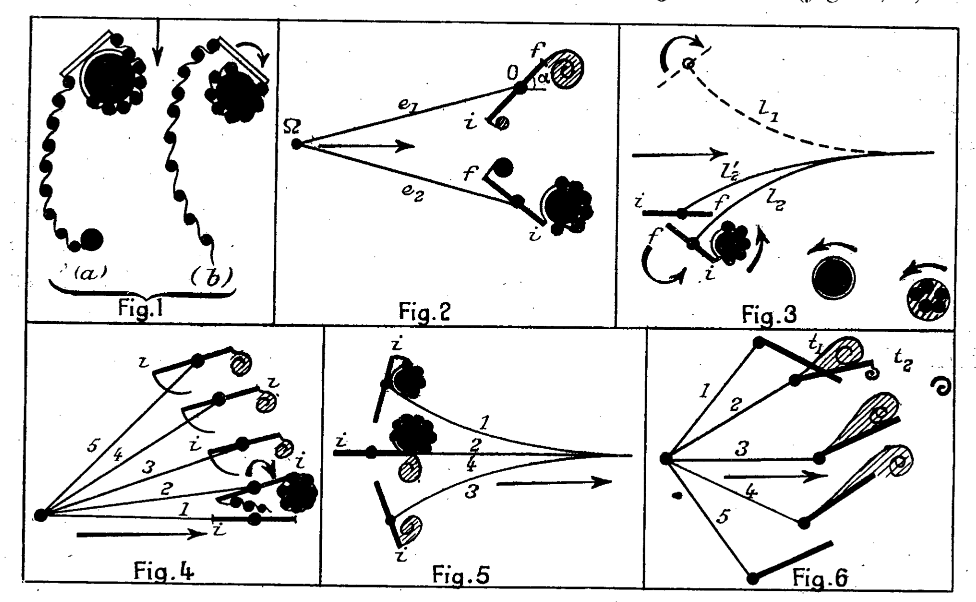
CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Paul-Louis Mercanton. *Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses*. Cinquantième rapport — 1929.

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur quelques expériences d'auto-oscillation et d'autorotation de plaques immergées.* Note ([1]) de MM. **J. Courrègelongue** et **H. Maugein**, présentée par M. Brillouin.

L'un de nous a signalé ([2]) la dissymétrie que présente le sillage d'un plan déplacé obliquement dans un fluide (*fig.* 1, *a*). Déplaçons une plaque mince dans son plan, puis, tout en continuant la translation, imprimons-lui un mouvement rapide de rotation autour de son grand axe (*fig.* 1, *b*). Le



volume tourbillonnaire important du bord d'attaque persiste pour des incidences supérieures à 90°, et ne quitte la plaque que pour une rotation voisine de 180°. C'est le sillage type des plaques en autorotation que nous avons étudié sur des plaques rectangulaires mobiles autour de leur grand axe, immergées verticalement dans une rivière (la Leyre), parallèlement au courant et abandonnées sans impulsion.

Si les pivots, autour desquels tourne la plaque, reposent sur des supports fixes, nous n'obtenons pas d'autorotation. Au contraire :

a. Faisons porter l'axe OO′ de la plaque par un équipage compensé qui peut tourner lui-même autour d'un axe ΩΩ′ parallèle à OO′. Immergée dans le courant, la plaque éprouve un mouvement alternatif de rotation

([1]) Séance du 23 juin 1930.

([2]) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 362.

autour de OO′; en même temps l'équipage oscille entre les deux positions extrêmes e_1 et e_2 (*fig.* 2). Quand l'équipage passe de e_1 en e_2, la plaque tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre (pour notre figure). Pendant cette rotation, le bord i de la plaque donne naissance à un volume tourbillonnaire intense qui abandonne la plaque au moment de l'arrêt brusque en e_2. Le bord f au contraire étire une chaîne de fins tourbillons adjoints qui s'enroule partiellement en un volume tourbillonnaire bien moindre que le précédent, au moment de l'arrêt. Le courant général ayant entraîné les tourbillons formés, l'équipage revient en e_1 pendant que la plaque subit un mouvement de rotation de sens inverse du précédent et donne naissance à un sillage symétrique de celui que nous venons de décrire. L'angle α que fait la plaque avec la direction du courant au moment de l'arrêt diminue avec le diamètre de la plaque. Nous obtenons ainsi une auto-oscillation saccadée, très violente.

b. A la fin d'une oscillation, en e_2 par exemple, ramenons l'équipage mobile vers sa position moyenne. Le mouvement de rotation de la plaque, qui vient de subir un arrêt brusque, reprend toujours dans le même sens, mais avec une lenteur remarquable. Durant cette phase où l'angle d'incidence de la plaque est faible, on n'observe pas la formation d'un nouveau sillage à l'arrière du bord d'attaque. Dès que la plaque présente au courant son autre face, la rotation s'accélère, l'équipage revient vivement en e_2 et le sillage déjà décrit se reforme. Donnons une nouvelle impulsion à l'équipage, le cycle recommence. Nous entretenons ainsi la rotation.

c. Pour donner à l'équipage la force de rappel nécessaire à l'entretien de la rotation, nous l'avons fixé à l'extrémité d'une lame souple l. Dès l'abandon de la plaque dans le courant, l'équipage oscille 2 ou 3 fois entre les positions l_1 et l_2 (*fig.* 3), mais brusquement l'autorotation se déclenche. La lame reste alors fléchie dans le même sens, en l_2 par exemple, et oscille entre deux positions voisines l_2 et l'_2 pendant que la plaque subit un mouvement de rotation discontinu, mais toujours de même sens. Le sillage présente les mêmes caractères que dans l'expérience précédente, mais le volume tourbillonnaire du bord i est si violent qu'on ne distingue plus l'enroulement partiel voisin du bord f. La fréquence de la rotation croît avec la vitesse du courant et décroît quand le diamètre de la plaque augmente. Il arrive parfois que la plaque ne peut atteindre la position où elle serait parallèle au courant. L'équipage oscille alors, vient en l_1 où l'autorotation se déclenche à nouveau, mais avec un sens de rotation inverse du précédent.

d. On peut faire jouer à la pesanteur le rôle de force de rappel, il suffit,

avec le dispositif du paragraphe *a* de placer l'axe $\Omega\Omega'$ horizontalement. L'autorotation se déclenche aussitôt, avec un seul sens possible de rotation. Avec les plaques de faible largeur, la force de rappel nécessaire est si petite qu'une légère inclinaison de l'axe $\Omega\Omega'$ suffit pour entretenir l'autorotation. La plaque prend alors successivement les positions 1, 2, 3, 4, 5, ... (*fig.* 5) en tournant toujours dans le même sens; puis l'équipage revient vers la position moyenne, la plaque effectuant des auto-oscillations. Ce va-et-vient se poursuit avec alternance de l'autorotation et de l'auto-oscillation.

e. Rapprochons les pivots OO', qui figurent l'axe de rotation, de l'un des bords de la plaque. Utilisons l'équipage à lame flexible. Pour un très faible déplacement de l'axe, on obtient encore l'autorotation. Pour un déplacement plus grand on a une auto-oscillation entre les positions l_1 et l_2 (*fig.* 5) avec abandon d'un tourbillon aux positions extrêmes par le bord *i*, et à la position moyenne par le bord *f*.

f. Enfin si la plaque est montée en girouette autour d'un de ses bords, et si nous imprimons à l'équipage rigide qui la porte un mouvement alternatif perpendiculaire au courant (exp. de Jacob), dans la première partie de sa course, la plaque donne naissance à un sillage tourbillonnaire t_1, et à une réaction favorable à l'avancement. On note aussi (*fig.* 6) un tourbillon très net t_2 qui se forme au bord extrême, il est dû au pivotement de la plaque sur elle-même. Dans la seconde partie de sa course, le safran, parallèle au courant relatif, ne présente pas de sillage appréciable.

ÉLECTRICITÉ ET OPTIQUE. — *Les ondes stationnaires ultra-sonores rendues visibles dans les gaz par la méthode des stries.* Note (¹) de M. **Edgar-Pierre Tawil**, présentée par M. Ch. Fabry.

J'ai déjà signalé des procédés qui permettent de mettre en évidence les ondes stationnaires ultra-sonores produites dans l'air par un cristal piézo-électrique.

J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui un nouveau procédé qui permet de voir ou de photographier ces ondes en utilisant les variations d'indice de réfraction d'un gaz aux divers points d'ébranlement.

Une grande lentille de long foyer, achromatique, donne sur un écran l'image d'une fente verticale vivement éclairée par une source lumineuse. L'écran doit avoir des dimensions telles qu'il intercepte exactement l'image et rien qu'elle. L'œil placé en arrière verra dans ces conditions toute la len-

(¹) Séance du 30 juin 1930.

tille mais non éclairée à condition toutefois que le milieu traversé par les rayons soit homogène.

Les radiations ultra-sonores sont produites par un cristal piézo-électrique un quartz par exemple convenablement excité sur une de ses fréquences de résonance. En regard de l'une des faces actives du cristal on dispose un réflecteur plan qui permettra au faisceau incident ultra-sonore d'interférer avec le faisceau réfléchi. Le dispositif est placé devant la lentille, le plan du réflecteur parallèle à l'axe de celle-ci. L'œil placé derrière l'écran verra le cristal et son réflecteur se détachant sur le fond obscur de la lentille dont la partie centrale sera bien dégagée.

Si l'écran n'intercepte pas tout le faisceau lumineux on apercevra le cristal en vibration entouré de brillants nuages provoqués par des variations de densité de l'air ayant principalement pour origine l'ultra-son et les effluves dégagés entre le cristal et ses armatures. On règle la position de l'écran et au besoin on modifie sa largeur pour obtenir un champ obscur dans l'espace cristal-réflecteur.

Dans ces conditions on pourra voir, à partir de la face du cristal en vibration, une traînée lumineuse à peu près horizontale de forme parfois irrégulière. Il suffira alors de placer convenablement le réflecteur pour apercevoir les ondes stationnaires ayant l'aspect de franges verticales brillantes sur fond obscur. L'intervalle entre deux franges est fonction de la fréquence à laquelle vibre le cristal et de la vitesse de propagation du son dans l'air. Les nombreuses expériences que j'ai faites ne confirment pas la valeur de la vitesse de propagation que certains auteurs assignent à l'ultra-son. Pour citer un exemple, un cristal vibrant à la fréquence de 92 K. C. donnait des franges espacées de $1^{mm},875$, soit $\lambda = 3^{mm},75$ dans l'air. La vitesse de l'ultra-son était donc dans ces conditions $V = \lambda F = 345^{m}$.

La distance à laquelle on peut placer le réflecteur dépend évidemment de l'amplitude des vibrations du cristal. J'ai pu observer des franges très nettes, le miroir étant à plus de 2^{m} du cristal.

L'usage d'une lunette est pour ainsi dire indispensable quand le foyer de la lentille est long et surtout quand la fréquence de vibration est élevée, car les franges sont alors très fines et rapprochées. La lunette présente également l'avantage d'une mise au point sur différents points de la zone où les ondes interfèrent, et l'on constate qu'elles n'ont pas toujours partout la même apparence. Par ailleurs, il suffit de disposer une plaque sensible à une distance convenable de l'oculaire pour obtenir une photographie de ces franges.

Les trois clichés reproduits ici ont été obtenus dans ces conditions. La figure 1 montre la lentille devant laquelle se trouvent placés, à gauche le quartz débordant légèrement ses armatures, à droite le réflecteur; au centre plusieurs systèmes de franges dus à des réflexions multiples. La figure 2 donne un aspect plus détaillé de ces mêmes franges. Le cristal parallélépipédique de section carrée rend le son fondamental dans la longueur. Cette dimension est normale aux axes optique et électrique, et c'est la face normale à la 3ᵉ direction qui émet l'ultra-son. En 3 l'ultra-son est émis par une face normale à l'axe optique du même cristal vibrant sur une harmonique suivant la longueur.

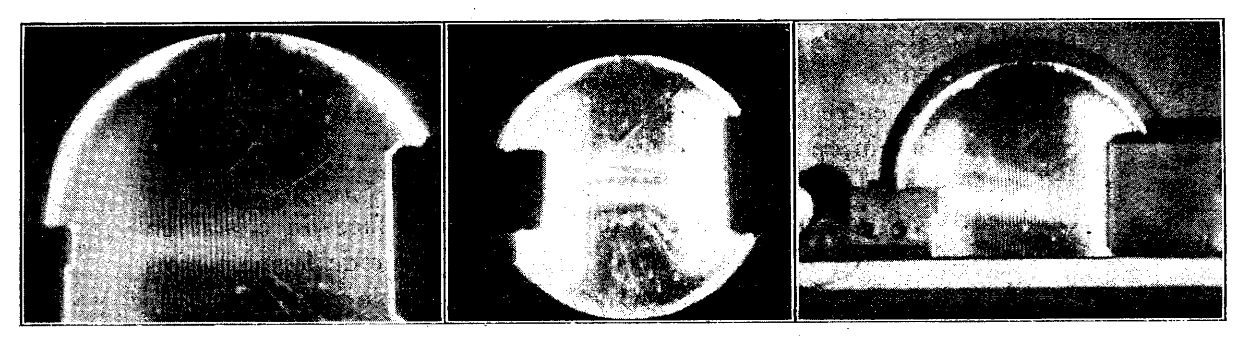


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

En faisant varier l'orientation du miroir, en dirigeant par exemple le faisceau ultra-sonore sur d'autres surfaces réfléchissantes, ou encore en substituant des miroirs concaves au miroir plan, on obtient une grande variété de figures curieuses très intéressantes à étudier.

J'ai dit que le souffle se manifestait souvent sous une forme irrégulière et il y a lieu d'insister sur cette particularité. Prenons le cas d'une tige de section carrée vibrant longitudinalement suivant sa longueur et plaçons le miroir réfléchissant parallèlement à la face émettant l'ultra-son. Dans ce cas les franges devraient se présenter sous la forme de raies brillantes sans aucune solution de continuité. Or, dans certains cas, on observe à partir de la face émettrice deux ou plusieurs systèmes de franges séparés par des zones obscures horizontales. Tout se passe comme si certaines parties du cristal n'émettaient pas d'ultra-son. En supprimant le réflecteur le phénomène est encore plus net; on ne voit plus de franges mais des pinceaux lumineux en général divergents séparés par des espaces obscurs formant un angle dont le sommet se trouve sur la face émettrice.

En substituant au quartz un résonateur quartz-acier, on peut atteindre

des fréquences relativement très basses et obtenir ainsi des franges espacées de l'ordre du centimètre. La méthode que j'utilise est en somme la méthode des stries, et l'on peut modifier l'expérience en substituant à la lentille un miroir concave. J'envisage qu'en se plaçant dans certaines conditions ce phénomène pourra trouver des applications en télévision.

RADIOACTIVITÉ. — *Présence de l'uranium dans les eaux minérales; Rapport de cet élément avec le radium.* Note (¹) de M. **Herculano de Carvalho**, présentée par M. G. Urbain.

I. Ayant eu l'occasion, en collaboration avec M. Charles Lepierre, de procéder à l'étude des eaux de douze sources de la région de Caria (Casteleiro-Portugal), au point de vue radioactif, j'ai profité de cette circonstance pour rechercher dans ces eaux l'uranium par voie chimique.

Les eaux de Caria sont hyposalines, leur résidu fixe ne dépassant pas 90^{mg} par litre; elles appartiennent à la famille des indéterminées, faiblement minéralisées de Bardet (²), ou plutôt au groupe des *eaux radioactives proprement dites* de Piéry et Milhaud (³). L'ensemble remarquable des eaux de Caria est particulièrement riche en radon et en radium dissous; l'une d'elles (Marineto) renferme le poids élevé de $3,4.10^{-11}$ gr de Ra par litre.

La région granitique où les sources jaillissent est abondante en minerais d'uranium; on pouvait donc attribuer leur radioactivité élevée au contact de filons uranifères et il était plausible d'y trouver de l'uranium. Il restait toutefois à établir si la recherche serait positive, en partant de quelques dizaines de litres d'eau et en ayant recours aux réactions les plus sensibles de l'élément considéré (ferrocyanure et eau oxygénée).

Remarquons que les déterminations analytiques de l'uranium dans les eaux ou les dépôts renfermant des sels de radium, en particulier, et dans toutes les eaux, en général, sont très rares. Nous ne connaissons sur la question que les recherches de Loisel (⁴) dont les conclusions laissent planer le doute. P. Urbain (⁵) fait justement observer « que les détermi-

(¹) Séance du 26 mai 1930.

(²) G. Bardet, *Notions d'Hydrologie moderne*, p. 94, Paris, 1909.

(³) M. Piéry et Milhaud, *Eaux minérales radioactives*, p. 89, Paris, 1924.

(⁴) Loisel, *Recherche des corps radioactifs dans les eaux minérales* (*Journal de Radiologie*, 4, 1920, p. 247).

(⁵) P. Urbain, *Origine des eaux radioactives* (*XIIe Congrès International d'Hydrologie*, Lyon, 1927).

nations des quantités d'uranium qui doivent s'y (dans les dépôts) trouver sont extrêmement rares ». Ch. Lepierre [1] a reconnu la présence de cet élément, par voie chimique, à la dose de 1.10^{-8} gr par litre, dans le résidu de 2000 litres de l'eau sulfurée primitive de S. Vicente (Portugal); mais ce dosage n'a pas été complété par celui du radium dissous.

II. Mes essais ont porté sur une quarantaine de litres d'eau de chaque source, privée de radium (entraînement par SO^4Ba). La silice a été éliminée par FH; précipitation du fer, de l'aluminium, du phosphore, du calcium, etc., par l'ammoniaque et le carbonate d'ammonium; précipitation du cuivre, etc., par SH^2 en solution acide. Concentration des solutions et dosage colorimétrique de l'uranium, à l'état de ferrocyanure d'uranyle, plus sensible que la réaction de l'eau oxygénée.

J'ai ainsi reconnu l'uranium dans les cinq eaux étudiées (Lusitana, Milagrosa, Favacal II, Lemeirão e Marineto). La teneur en uranium est de l'ordre de grandeur de 10^{-6} gr. par litre. Une des eaux étudiées, la moins riche en radium dissous (Favacal II), renfermant $0,4.10^{-12}$ gr. de radium par litre et 1.10^{-6} d'uranium, le rapport de Boltwood est égal à 4.10^{-7} et se rapproche ainsi de la valeur qu'on lui attribue généralement pour les minerais ($3,4.10^{-7}$). Mais pour les autres eaux, plus riches en radium, le rapport est beaucoup plus élevé.

III. En dosant l'uranium dans les dépôts de Favacal II j'ai trouvé 0,03 pour 100 d'uranium. Cette eau ayant un résidu de 0,0552 gr/l, si les dépôts avaient la même composition que le résidu, l'eau devrait contenir $1,66.10^{-5}$ d'uranium; comme nous trouvons seize fois moins, c'est qu'il y a eu enrichissement d'uranium dans les dépôts (entraînement des minerais en suspension fine, etc.).

IV. Nous concluons de ces recherches :

1° L'uranium accompagne le radium dissous dans les eaux radioactives proprement dites.

2° Dans le cas des eaux étudiées il n'y a pas de rapport constant entre Ra et U. Dans l'eau de Favacal II la valeur de $\frac{Ra}{U}$ est approchée de celle qu'on trouve pour les minerais portugais; mais cela doit être une simple coïncidence, la solubilité et les réactions des sels d'uranium et de radium pouvant donner lieu à des rapports fort différents.

3° Il semble intéressant que le dosage du radium dissous, qui s'effectue

---

(1) Ch. Lepierre, *Analyse des eaux de S. Vicente*, 1908.

aujourd'hui couramment, soit complété par la recherche et le dosage de l'uranium [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination ébullioscopique de l'affinité relative à la formation de complexe iodure de cadmium-iodure d'ammonium.* Note [2] de M. **F. Bourion** et Mlle **O. Hun**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons étendu au couple iodure de cadmium-iodure d'ammonium l'étude ébullioscopique de la détermination de l'affinité, faite par l'un de nous [3], en collaboration avec M. E. Rouyer, pour Cl^2Cd avec ClK et ClNa, I^2Cd avec IK, puis, par M. Rouyer [4], pour Br^2Cd avec BrK et BrNa.

A cet effet, nous avons mélangé en proportions continues des volumes des solutions non équimoléculaires des deux sels simples, une étude antérieure, faite par M. Rouyer [4], avec les solutions équimoléculaires ayant montré qu'il y avait formation du complexe $[CdI^4]Am^2$.

Quand on mélange un volume $1 - x (x < 1)$ de la solution du sel A_1 à la concentration C_1 au volume x du sel A_2 à la concentration pC_1, la constante d'équilibre k_1 correspondant à la réaction [5]

$$n_1 A_1 + n_2 A_2 \rightleftharpoons A_1^{n_1} A_2^{n_2}$$

est donnée par la relation

$$k = \frac{C_1^{n_1+n_2-1} p^{n_2-1} [(n_1 p + n_2) x_m - n]^{n_1+n_2}}{n_1^{n_2-1} n_2^{n_1-1} (p-1)^{n_1+n_2-1} [n_2 - (n_1+n_2) x_m]},$$

où x_m est la valeur de x_1 correspondant à la concentration maximum du complexe, qui se confond ici avec l'écart ébullioscopique maximum (G. Urbain et E. Cornec, puis F. Bourion et E. Rouyer).

---

(1) Ce travail était achevé depuis plusieurs mois quand j'ai eu connaissance du travail du professeur Forjaz, qui de son côté a reconnu l'uranium dans une eau portugaise d'une autre région (Cambres), par spectrogramme, procédé qualitativement excellent, mais qui, du point de vue quantitatif, ne peut, jusqu'à présent, résoudre le problème que je m'étais posé (P. Forjaz, *Rev. de Quimica pura e aplicada*, n° **2**, 1929).

(2) Séance du 7 juillet 1930.

(3) F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 598; *Ann. de Chim.*, 10e série, **10**, 1928, p. 182-355.

(4) E. Rouyer, *Ann. de Chim.*, 10e série, **13**, 1930, p. 423-491.

(5) P. Job, *Ann. de Chim.*, 10e série, **9**, 1928, p. 113-199.

Nous avons utilisé quatre séries, où $C_1 = 3M$, et $p = \frac{1}{4}, \frac{1}{6}, \frac{1}{8}$ et $\frac{1}{10}$.

L'élévation de IAm à la concentration 3M étant 3°,768 et celles de I^2Cd étant respectivement 0°,476, 0°,308, 0°,231 et 0°,185.

Pour $p = \frac{1}{10}$, on a, pour les écarts successifs, calculés par la règle des mélanges, le tableau suivant :

x.	Élev. mél.	Écart.
0,40	1°,954	0°,381
0,45	1,746	0,410
0,50	1,549	0,428
0,55	1,362	0,435
0,60	1,178	0,445
0,675	0,908	0,442
0,70	0,821	0,439
0,725	0,746	0,424
0,75	0,675	0,406
0,775	0,591	0,400
0,80	0,536	0,372

En traçant la courbe correspondante, on trouve le maximum pour $x_m = 0,687$.

En opérant de même, pour les trois autres séries, on a

Conc. I^2Cd.	Conc. IAm.	x_m.	k_1.	k_0.
0,300 M	3 M	0,687	0,057	0,53
0,375	3	0,660	0,064	0,71
0,500	3	0,631	0,058	0,96
0,750	3	0,578	0,051	1,97

k_1 et k_0 correspondant respectivement à la formation des ions complexes CdI^4 et CdI^3. Seul le paramètre k_1 est constant, avec k_1 moyen $= 5,8 \times 10^{-2}$, comme dans le cas de l'iodure de potassium, pour lequel on avait trouvé une constante $k_1 = 6,0 \times 10^{-3}$; l'affinité est donc plus grande dans le cas de l'iodure de potassium que dans le cas de l'iodure d'ammonium; elle est toutefois un peu plus grande, pour le couple I^2Cd-IAm que pour le couple Br^2Cd-BrK, pour lequel $k_1 = 8,3 \times 10^{-2}$ (Rouyer). Si les deux sels sont mélangés, INH^4 à la concentration $\frac{2}{3}$M, et I^2Cd à la concentration $\frac{1}{3}$M, il y a 58 pour 100 des deux sels combinés, alors que dans les mêmes conditions il y en a 78 pour 100 avec IK, et seulement 54 pour 100 dans le cas du couple Br^2Cd-BrK.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude spectrophotométrique de l'ion cupripyridique en solution aqueuse.* Note [1] de MM. **Auméras** et **Tamisier**, transmise par M. V. Grignard.

Quand on ajoute de l'ammoniaque ou certaines bases azotées, en particulier la pyridine, à une solution d'un sel cuivrique, comme le nitrate par exemple, la couleur de la solution vire au bleu foncé. Ce changement de coloration est l'indice de la formation d'un ion complexe.

Il nous a paru intéressant de rechercher l'influence des radicaux hydrocarbonés, soudés à l'azote, sur la stabilité du complexe engendré.

La méthode utilisée porte le nom de Méthode spectrophotométrique, elle a été mise au point par M. P. Job [2] et consiste à mesurer, pour une certaine longueur d'onde, l'absorption de la lumière par des mélanges, à proportions variables, des deux constituants. La longueur d'onde choisie était $\lambda = 0^{\mu},61$.

Nous avons étudié l'absorption de mélanges en proportions quelconques, en empêchant la précipitation de l'hydroxyde de cuivre par adjonction d'un sel à ion commun : le sulfate de pyridine.

L'épaisseur des cuves était déterminée par les conditions optima de nos mesures; ces mesures ont porté :

1° *Sur des solutions équimoléculaires* contenant respectivement : 0,200 mol-gr; 0,100 mol-gr de chacun des constituants simples et 10g de sulfate de pyridine par litre. Dans les deux cas, les courbes d'absorption passent par un maximum correspondant à 80 pour 100 de pyridine et 20 pour 100 de nitrate cuivrique. La réaction devra donc se formuler :

$$Cu^{++} + 4Py \rightleftharpoons [CuPy^4]^{++}.$$

2° *Sur des solutions non équimoléculaires*, ce qui fixe la constante d'équilibre et, par suite, la stabilité du complexe. (Les solutions renfermaient également 10g de sulfate de pyridine par litre de solution.)

La constante est donnée par

$$K = \frac{C_{Cu^{++}} \cdot C^4 Py}{C_{[CuPy^4]^{++}}} = \frac{\Gamma^4 p^3 [x(p+4) - 4]^5}{(p-1)^4 (4-5x)}.$$

---

[1] Séance du 7 juillet 1930.

[2] Nous renvoyons, une fois pour toutes, au Mémoire fondamental de M. P. Job, *Annales de Chimie*, 10e série, 9, 1928, p. 113.

Dans cette formule :

Γ = concentration moléculaire de $(NO^3)^2Cu$ en mol-gr par litre;
Γ' = » de Py en mol-gr par litre;
x = composition maximum et $p = \frac{\Gamma'}{\Gamma}$.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Concentration Γ en $(NO^3)^2Cu$.	Concentration Γ' en Py.	$p = \frac{\Gamma'}{\Gamma}$.	Composition maximum x.	$K_{18°}$.
0,04	0,5	12,5	0,54	$5,7.10^{-4}$
0,02	0,4	20	0,50	$2,1.10^{-4}$
0,02	0,5	25	0,46	$3,4.10^{-4}$
0,01	0,5	50	0,37	$1,2.10^{-4}$

Dans ces conditions, M. P. Job a montré qu'on ne peut pas obtenir la valeur de la constante d'équilibre avec précision, l'ordre de grandeur de cette constante sera :

$$K_{18°} = 3,1.10^{-4}.$$

En résumé, nous avons :

1° Mis en évidence la formation du nitrate cupripyridique;

2° Déterminé sa stabilité : $K_{18°} = 3,1.10^{-4}$;

3° Montré que la stabilité de l'ion cupriazoté $|CuR^4|^{++}$ diminue quand la substitution devient plus grande, ainsi que cela ressort du tableau suivant :

Bases azotées.	K.	Auteurs.
NH^3	$5,0.10^{-10}$	P. Job
$(CH^2-NH^2)^2$	$1,6.10^{-6}$	P. Job
C^5H^5N	$3,1.10^{-4}$	A. et T.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Configuration des molécules dans l'espace* (III); *absorption dans l'ultraviolet des acides* $C^6H^5.(CH^2)^n.COOH$, $C^6H^5.(CH^2)^n.CH.(COOH)^2$ *et des carbures* $C^6H^5(CH^2)^nC^6H^5$. Note (1) de Mme **Ramart-Lucas** et M. **J. Hoch**, présentée par M. G. Urbain.

La mesure de l'absorption dans l'ultraviolet (jusqu'à 2100 angströms) de monoacides, puis de diacides de la série grasse, a permis d'affirmer que,

(1) Séance du 7 juillet 1930.

contrairement à ce qui semblait admis, les groupements CH^3, CH^2 sont transparents et, d'autre part, que la courbe d'absorption de composés possédant deux chromophores séparés par un nombre croissant de CH^2 ne se déplace pas toujours dans un même sens, mais se rapproche (périodiquement) de sa forme primitive, ce qui suggère un enroulement de la molécule, la distance absolue des chromophores pouvant diminuer alors qu'un nombre croissant d'atomes les séparent dans la molécule ([1]).

L'influence réciproque des deux chromophores se comprend quand ils sont susceptibles de réagir chimiquement l'un sur l'autre, la modification d'absorption pouvant correspondre à une déformation précédant la réaction possible. Afin de décider si cette explication pouvait être seule envisagée, nous avons étudié l'absorption de substances contenant deux chromophores non susceptibles de réagir l'un sur l'autre. Or nous avons constaté, ici encore, une variation d'absorption qui ne se produit pas toujours dans le même sens à mesure qu'augmente le nombre d'atomes qui séparent les chromophores dans la molécule.

Il est donc établi que deux chromophores peuvent influencer réciproquement leur absorption alors qu'ils ne sont pas capables d'agir chimiquement l'un sur l'autre.

Une interprétation physique de ces faits a été donnée récemment par M. Lucas ([2]), il considère le couplage électrique qui s'exerce entre les résonateurs électroniques portés par les chromophores et montre qu'il est possible d'évaluer l'influence de leur distance et l'ordre de grandeur du déplacement des bandes d'absorption.

On peut au reste concevoir qu'une influence chimique se superpose au couplage électrique.

Notre étude a porté sur les composés :

$C^6H^5.(CH^2)^n.COOH$; $C^6H^5.(CH^2)^n.CH.(COOH)^2$ et $C^6H^5.(CH^2)^n.C^6H^5$.

Nous représentons nos mesures par des courbes en adoptant les conventions établies précédemment ([1]). Afin de rendre plus clair l'exposé de ces résultats nous représentons seulement les courbes les plus typiques.

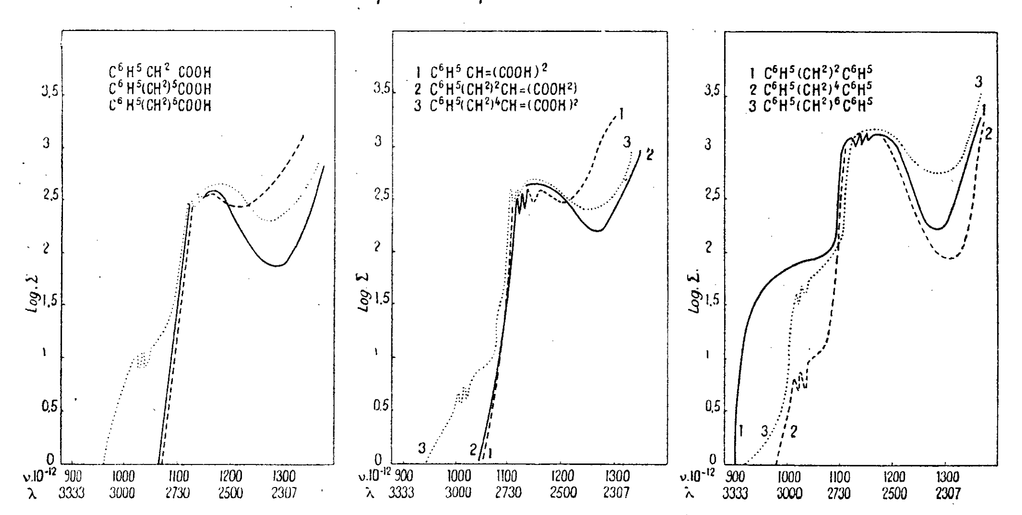
Presque tous les composés ici étudiés étaient déja connus. Nous les avons préparés et purifiés avec le plus grand soin jusqu'à constance

---

([1]) Mme Ramart-Lucas, Mlle Biquard et M. Grünfeld, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1196. — Mme Ramart-Lucas et M. Salmon-Legagneur, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 915.

([2]) R. Lucas, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1497.

optique. L'absorption de quelques-uns de ces corps avait déjà été mesurée mais avec d'autres vues et sans qu'une étude systématique ait été effectuée. Toutes nos mesures ont été faites en solution dans de l'alcool à 98°-99°, la concentration variant de N/10 à N/100.



Si l'on considère l'absorption des acides $C^6H^5.(CH^2)^n.COOH$ et $C^6H^5.(CH^2)^n.CH.(COOH)^2$, on constate que la partie des courbes correspondant aux basses fréquences, ainsi que les maxima, diffèrent peu mais que les minima diminuent graduellement à mesure que un, puis deux, trois, quatre carbones séparent les phényles des carboxyles. Lorsque cinq atomes de carbone séparent ces chromophores, l'allure de la courbe change : elle est reculée vers le visible pour les basses fréquences, la bande d'absorption s'élargit vers le maximum et la valeur du minimum grandit. Le phénomène est tout à fait comparable pour les carbures $C^6H^5.(CH^2)^n.C^6H^5$ ainsi que le montre la figure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation chromique des cyclanepolyols.* Note [1] de MM. **Sébastien Sabetay** et **Jean Bleger**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La présence de certaines cétones à grand nombre de chaînons dans les glandes animales et de polyones cyclohexaniques telles que l'angustione [2]

[1] Séance du 7 juillet 1930.

[2] B. Gibson, A. Penfold et J. Simonsen, *Journ. chem. Soc.*, 1930, p. 1184.

dans des huiles essentielles nous a amenés à penser que les polyones et les polyolones de la série cyclohexanique mériteraient une étude plus détaillée, les données sur ce sujet étant peu abondantes. Ainsi, par exemple, on ne connaît dans la série des cyclocétones en C^6 ni la dione 1.2, ni les olones 1.3 et 1.4 et à peine les autres polyones. Quant à la dione 1.4, la mieux étudiée de ces substances, elle est encore d'une obtention pénible, ce qui explique que les préparations commerciales atteignent des prix très élevés.

La cyclohexanedione 1.4 (tétra-hydroquinone, para-dicétohexaméthylène) s'obtient par cyclisation de corps aliphatiques [1] suivant le schéma :

succinate d'éthyle → éther succinylosuccinique → dione 1.4.

Les divers autres procédés proposés n'ont pas acquis jusqu'à présent une importance pratique. Réduite par l'amalgame de sodium, la cyclohexanedione 1.4 donne la quinite, diol correspondant. L'opération inverse, la déshydrogénation des diols, n'a pas été effectuée jusqu'à présent. Or les diols cyclohexaniques (pyrocatéchite, résorcite, quinite) sont, grâce au procédé d'hydrogénation des diphénols de J.-B. Senderens, des produits commerciaux facilement abordables.

Sans insister sur les diverses variantes de l'oxydation chromique que nous avons appliquées aux trois cyclohexanediols 1-2, 1-3 et 1-4, nous nous limiterons à décrire l'oxydation de la quinite au moyen de l'acide chromique en milieu anhydride acétique :

A une suspension de 25^g de quinite dans 100^{cm^3} d'anhydride acétique, on ajoute goutte à goutte une solution de CrO^3 (excès de 25 pour 100 environ de la théorie) dans l'anhydride acétique en agitant mécaniquement et en refroidissant à l'aide de glace de façon à maintenir la température au voisinage de 15°. Après avoir chassé l'anhydride dans le vide, on ajoute à plusieurs reprises de l'eau qu'on chasse de la même manière. Le résidu pâteux est épuisé à plusieurs reprises par un mélange de chloroforme et d'éther, lequel, chassé au bain-marie à la fin sous vide partiel, laisse un résidu qu'on fait cristalliser dans l'éther sec glacé. Le rendement dépasse 56 pour 100 de la théorie.

La *cyclohexanedione* 1-4 (F = 79°) cristallise en prismes inodores, de saveur fraîche, un peu amère. Elle distille après une sublimation préalable

---

(1) F. Hermann, *Liebigs Annalen*, **211**, 1882, p. 322. — A. Baeyer et W. A. Noyes, *Berichte der d. chem. Ges.*, **22**, 1889, p. 2170. — A. Baeyer, *Liebigs Annalen*, **278**, 1893, p. 88. — H. Meerwein, *Liebigs Annalen*, **398**, 1913, p. 248.

à 134° sous 21mm. Elle réduit à froid la liqueur cuproammoniacale et le nitrate d'argent ammoniacal, elle brunit sous l'influence des alcalis, elle décolore le permanganate et elle donne des précipités avec les réactifs des cétones. Elle ne donne pas de coloration avec le chlorure de fer. Elle ne fixe pas instantanément le brome en solution chloroformique, mais une fois les premières gouttes absorbées la fixation se poursuit activement avec dégagement de HBr. La *disemicarbazone* (1), cristallisée dans l'alcool, fond à 317-319° (bloc Maquenne), peu soluble dans les solvants organiques usuels; la *dioxime* (2), cristallisée dans l'alcool, à 218-219° (bloc Maquenne); le *tétracétate* à 187-188° (tube capillaire); il se prépare (3) en ajoutant une goutte d'acide sulfurique dans un mélange de 2 parties de dione dissoute dans 15 parties d'anhydride acétique; beaux prismes tabulaires (alcool), insipides et inodores. Les groupements acétylés étant facilement hydrolysables, le tétracétate réagit avec la liqueur cuproammoniacale à chaud, il noircit le nitrate d'argent ammoniacal et brunit la potasse alcoolique. Le dosage des groupements acétylés s'effectue par hydrolyse acide.

L'oxydation chromique des polyols s'effectue par étapes. Ainsi par exemple en ajoutant la quantité de CrO^3 correspondant à un seul oxygène, on obtient un liquide qui semble être l'acétate de la cyclohexanolone 1-4.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les oxydes organiques dissociables : transformation de l'oxyrubrène en un isomère non dissociable, l'iso-oxyrubrène.* Note (4) de MM. **Charles Dufraisse** et **Marius Badoche**, présentée par M. Delépine.

En vue d'obtenir des renseignements sur le mode de liaison de la molécule d'oxygène avec la molécule d'hydrocarbure dans l'oxyde dissociable de rubrène, l'oxyrubrène, $C^{42}H^{28}O^2$, nous avons soumis ce corps à l'action

---

(1) Analyse : 0g,1194 substance; 38cm³,4 N (759mm; T = 24°). Trouvé : N 36,91 pour 100; calculé : 37,18. — E. Rimini (*Gazz. chim. ital.*, 46, 1916, p. 119) indique F = 221-222°.

(2) Analyse : 0,1545 substance : 26cm³,9 N (756mm; T = 26°). Trouvé : N 19,77 pour 100; calculé : 19,72. — A. Baeyer et W.-A. Noyes (*loc. cit.*) indiquent F. 200°.

(3) O. Dimroth, H. Eber et H. Wehr (*Liebigs Ann.*, 446, 1926, p. 142) donnent comme point de fusion 107°.

(4) Séance du 7 juillet 1930.

du réactif de Grignard, RMgX. La réaction est très complexe : plusieurs produits ont été isolés et sont en cours d'étude.

L'un d'eux répond, d'après les analyses et les mesures cryoscopiques, à la même formule $C^{42}H^{28}O^{2}$ que l'oxyrubrène initial : nous l'appelons, à cause de cela, iso-oxyrubrène.

Le réactif magnésien n'est donc intervenu, pour la formation de ce corps, que comme agent d'isomérisation. Il semble même que la transformation soit le fait de la partie minérale du réactif. L'iso-oxyrubrène peut être formé, en effet, et même avec de meilleurs rendements, en substituant à la solution organomagnésienne une solution éthérée d'iodure de magnésium anhydre MgI^{2} : les rendements atteignent alors 88 pour 100.

L'isomérisation par le réactif de Grignard pourrait être due au sel magnésien, MgX^{2} (1), qui s'y trouve, soit comme impureté provenant de la préparation, soit au contraire comme partie intégrante, si la constitution des organomagnésiens est celle qu'a proposée Jolibois (2), c'est-à-dire $R^{2}Mg, MgX^{2}$.

Le nouveau corps est cristallisé et incolore. Il a deux points de fusion instantanée (bloc Maquenne) : le premier à 167°-168°, avec perte de solvant (une molécule de benzène) puis recristallisation, le second (sans solvant) à 267°-268°.

Il présente une différence essentielle avec son isomère, l'oxyrubrène : il ne dégage pas la moindre trace d'oxygène par chauffage. Non seulement il n'est pas dissociable, mais il est exceptionnellement résistant à la chaleur : il distille inaltéré vers 280°, sous une pression de $\frac{1}{1000}$ de millimètre environ.

Constitution. — Pour déterminer la nature des fonctions chimiques dans lesquelles les deux atomes d'oxygène se trouvaient engagés, le corps a été soumis, à son tour, à l'action du réactif de Grignard. Aucune réaction ne se produit immédiatement : ce n'est que par contact très prolongé ou bien à chaud que l'on observe des réactions qui feront l'objet d'une étude à part. L'iodure de méthylmagnésium, par exemple, ne donne aucun dégagement gazeux, ce qui exclut la présence d'oxhydryles dans la molécule. De plus, après les traitements habituels, le corps est retrouvé sans modification : rappelons d'ailleurs qu'il prend naissance sous l'action des organomagnésiens. Il ne renferme donc vraisemblablement aucune des fonctions facilement attaquables avec condensation, telles que les fonctions aldéhydes, cétones, esters, etc. En conséquence, l'oxygène qu'il contient forme, sans doute, un pont oxydique entre deux carbones, de manière à réaliser quelque

(1) X représente un atome d'halogène.

(2) JOLIBOIS, *Comptes rendus*, 155, 1912, p. 353.

cycle stable, pentagonal par exemple, c'est-à-dire un cycle dérivé du furane.

Quant au squelette carboné, la question se posait de savoir s'il n'avait pas subi quelque remaniement plus ou moins profond. On sait, en effet, avec quelle facilité la structure du rubrène évolue de manière irréversible vers une autre plus stable, celle du pseudorubrène. Rien de semblable ne s'est produit ici, car l'iso-oxyrubrène perd facilement ses deux atomes d'oxygène, sous l'influence de divers réducteurs, en redonnant le rubrène : sa structure se rattache donc à celle de cet hydrocarbure.

Ainsi l'on possède actuellement trois oxydes de rubrène possédant le même enchaînement des carbones que l'hydrocarbure générateur, ce sont : deux dioxydes, oxyrubrène et iso-oxyrubrène, et un monoxyde, le mèt-rubrène [1]. Leurs transformations mutuelles sont résumées dans la formule IV.

I Rubrène

II Monoxyde (mèt-rubrène)

III Dioxyde (iso-oxyrubrène)

IV

La formule de l'oxyrubrène demande encore de nouvelles études pour être précisée, car il est difficile, avec les notations usuelles, de rendre compte

[1] Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et L. Enderlin, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1528.

de sa propriété essentielle : dissociation, avec libération d'oxygène. Au contraire, les propriétés des deux autres oxydes forment une base suffisante pour leur faire attribuer, dès maintenant, des formules aptes à expliquer les faits connus. Nous proposons les formules II et III, où les oxygènes se trouvent engagés dans des cycles dihydrofuraniques complexes : on comprend ainsi la stabilité à la chaleur de ces molécules et leur relative insensibilité vis-à-vis du réactif de Grignard. Ces schémas font également ressortir les analogies qui existent effectivement entre les deux oxydes, tant dans leur mode de formation que dans leurs propriétés. Enfin les relations entre ces deux corps et le rubrène (formule I) apparaissent avec évidence.

MINÉRALOGIE. — *Les caractères minéralogiques du minerai de fer oolithique du djebel el Ank (Tunisie méridionale).* Note [1] de M. **Marcel Solignac.**

Depuis la description [2] que M. L. Berthon donna du gîte de minerai de fer oolithique du djebel el Ank (région de Gafsa), des travaux de prospection, effectués par la Compagnie des minerais de fer magnétique de Mokta el Hadid, sous la direction de M. E. Maurin, ont montré : 1° que ce gîte épouse bien la forme du synclinal asymétrique situé entre le djebel el Ank et le djebel Bou Redja; 2° qu'il est d'âge mésonummulitique; 3° qu'il comporte une zone minéralisée dont l'affleurement est visible, le long du flanc Nord du synclinal, sur une longueur de plus de 5^{km} avec épaisseur variant de 1^{m} à 8^{m}; 4° qu'au Sud et à l'Ouest, le minerai de fer est remplacé par des dépôts plus ou moins réguliers d'un sable quartzo-gypseux très riche en glauconie avec débris de Squales et des coprolithes très phosphatés et inclus dans des argiles grises manganésifères. *Il y a passage latéral du minerai oolithique au sédiment glauconieux.* Ce minerai présente les particularités minéralogiques suivantes : Le tout-venant présente la consistance d'un sédiment pulvérulent, meuble et perméable. Il se compose d'environ 85 pour 100 d'oolithes, 13 pour 100 de ciment argilo-sableux et 2 pour 100 d'humidité. Sur le flanc Nord du synclinal, à l'extrémité orientale de l'affleurement, la proportion d'oolithes tombe à 72 pour 100 avec 16 pour 100 de ciment argilo-sableux, 10 pour 100 de gypse et 2 pour 100 d'humidité.

---

(1) Séance du 7 juillet 1930.

(2) *L'industrie minérale en Tunisie*, p. 147-150, Tunis, 1922.

Le ciment est constitué par de l'argile ferrugineuse avec beaucoup de quartz détritique et du gypse, celui-ci prédominant dans la partie Est de l'affleurement. On y trouve aussi des dents de Squales transformées en limonite, des coprolithes et des cailloux roulés de silex empruntés à l'horizon siliceux à *Schizaster Meslei* qui fait partie du toit de la formation phosphatée exploitée dans les régions voisines, notamment au djebel Mdilla. Les oolithes sont de forme généralement ellipsoïdale et aplatie; elles présentent fréquemment des « impressions » cupuliformes, rappelant celles que M. L. Cayeux a signalées dans nombre de minerais oolithiques de la France. Au point de vue granulométrique, de nombreuses séries de tamisages ont permis d'établir comme suit le pourcentage moyen des dimensions observées, suivant que les échantillons proviennent de la zone Ouest ou de la zone Est de l'affleurement de la branche septentrionale du synclinal.

	Ouest.	Est.
Au-dessus de $1^{mm},2$	0,22 %	0,00 %
Entre $1^{mm},2$ et $0^{mm},72$	4,95	28,16
Entre $0^{mm},72$ et $0^{mm},4$	52,43	54,64
Entre $0^{mm},4$ et $0^{mm},1$	25,62	12,03
Poussière	16,79	5,17

La composition moyenne du tout-venant, d'après les analyses données par M. L. Berthon, est la suivante : SiO^2, 5,89; Al^2O^3, 5,44; Fe^2O^3, 70,11; MnO^2, 0,87; CaO, 1,70; MgO, 0,35; SO^3, 1,42; P^2O^5, 2,64; As^2O^3, 0,09. Perte au feu, 11,92. Total : 100,43.

La suppression du ciment, par simple lavage, entraîne la disparition d'une grande partie de la silice (quartz) et du silicate d'alumine (argile) et celle du sulfate de calcium (gypse). Il en résulte un enrichissement en fer (moyenne de neuf analyses) : SiO^2, 2,42; Al^2O^3, 2,53; Fe^2O^3, 77,91; FeO, 0,60; MnO^2, 1,02; CaO, 0,79; MgO, 0,57; alcalis : néant; P^2O^5, 1,30; As^2O^3, 0,04; CO^2, 1,23; H^2O (au-dessus de 105°), 11,72. Total : 100,13. L'interprétation de ces résultats, abstraction faite du fer (goethite ou combinaison avec le phosphore, l'alumine, l'arsenic), montre qu'il existe un rapport sensiblement égal à $\frac{2}{3}$ entre le nombre de molécules restantes de Fe^2O^3 et celles de H^2O : le minéral ferrugineux est donc la limonite. Les oolithes sont rouge brun, parfois un peu jaunâtre, ou d'un noir verdâtre; cette dernière couleur, toute superficielle, caractérise des échantillons plus riches en manganèse et non la persistance d'une chlorite inaltérée. La poussière est d'un brun plus ou moins rougeâtre, identique à celle de la stilpnosidérite des gîtes de minerais de fer de la Tunisie septen-

trionale (Nefza). En plaques minces, les grains sont d'un rouge un peu orangé, sauf, parfois, une zone périphérique d'un rouge très foncé. L'aspect est colloïdal avec fentes de retrait radiales. *Il n'y a jamais de noyau central formé d'un minéral autre que le minerai de fer lui-même* et même celui-ci ne constitue jamais de masse nucléaire spécialement différenciée.

Par contre, à la surface de beaucoup de grains, on observe l'existence d'une pellicule d'un bleu gris, nacrée, faisant étroitement corps avec la substance ferrugineuse. C'est dans cette sorte d'enduit qu'est concentrée la plus grande partie du phosphore décelé par l'analyse. Au moyen d'un fort grossissement (800 diamètres), on peut constater qu'il est formé de fibres, soit indépendantes, soit agglomérées en faisceaux palmés. Dans les zones où la coupe est inclinée par rapport à l'axe d'allongement des fibres, la substance (*wavelitte*) est microgrenue. Les réactions microchimiques ont indiqué l'abondance du phosphore et du fluor; elles ne se produisent pas avec les grains décortiqués de l'enduit bleu. La mesure de l'angle obtus *mm* d'une section losangique voisine de la base *p* du prisme orthorhombique de la wavellite donne 122°46′ (*mm* calc. = 121°45′). Les fibres sont allongées suivant g^1 (010); (clivage) (allongement positif).

	Trouvé.	Données Larsen.
n_p	1,523	1,525
n_g	1,548	1,552
n_m	1,531	1,534
$n_g - n_p$	0,025	0,027
$n_m - n_p$	0,008	0,008
$n_g - n_m$	0,017	0,018

En résumé, le minerai de fer oolithique du djebel el Ank présente les caractères suivants : 1° il est formé d'oolithes sans noyau dérivées, sans doute, d'une chlorite dont il ne subsiste plus trace; 2° la substance ferrugineuse est la *stilpnosidérite*, phase colloïdale de la limonite, avec peu de goethite; 3° les minéraux phosphoreux ou arsenicaux sont disposés en pellicule autour des oolithes, ce qui implique le jeu de phénomènes d'*adsorption* liés à la nature colloïdale du minerai; 4° l'origine première du fer demeure inconnue mais elle est commune aux oolithes et aux dépôts glauconieux, puisque le passage latéral des unes aux autres atteste le synchronisme des deux formations; 5° la transformation des oolithes chloriteuses en oolithes ferrugineuses paraît due à une circulation aquifère dans le dépôt très meuble initial : le minerai actuel constitue encore un horizon hydrologique appréciable.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Mesures de l'ionisation, du champ électrique et des atmosphériques au Mont Blanc.* Note (1) de M. **Jean Lugeon**, présentée par M. G. Ferrié.

Grâce à l'initiative du forestier Gut et à l'aide de 14 collaborateurs, j'ai fait, du 3 au 8 septembre 1928, des mesures simultanées de petits ions avec deux aspirateurs Ebert et de champ électrique avec des électromètres bifilaire, unifilaire, Exner, à égaliseur radioactif, aux trois altitudes suivantes : Les Glaciers, 2450m; Grands Mulets, 3050m; Observatoire Vallot, 4358m. Les résultats consignés au tableau ci-contre sont les valeurs moyennes du nombre d'ions par centimètre cube, tirées de deux à cinq observations d'une durée de 20 minutes, faites pendant les heures indiquées. Le champ exprimé en volts par mètre est, aux mêmes heures, la valeur moyenne de 20 à 100 lectures.

Conclusion. — 1° La valeur moyenne journalière du nombre de petits ions + et — par centimètre cube est sensiblement la même aux altitudes de 2450m et 4358m. Toutefois il semble que les conditions géologiques de la Station des Glaciers favorisèrent la production des petits ions alors que Vallot situé sur un petit rocher isolé au haut des glaciers fut soustrait à toute influence de cette nature.

2° L'amplitude de la variation journalière de l'ionisation augmente dans des proportions considérables avec l'altitude, dès qu'on dépasse le niveau de 2450m. Alors qu'à cette altitude les charges diurnes et nocturnes sont sensiblement les mêmes, 2000m au-dessus, la production d'ions + est trois fois, celle d'ions — six fois plus forte de nuit que de jour.

3° De jour le nombre d'ions des deux signes diminue avec l'altitude; il est deux à quatre fois plus faible à l'altitude de 4358m qu'à 2450m. De nuit le phénomène est inversé, l'ionisation aux susdites altitudes est jusqu'à une fois et demie plus forte en haut qu'en bas.

4° De jour et de nuit il y a un excès d'ions + dans les basses altitudes, par contre au delà de 4000m les ions — semblent prédominer de nuit.

5° Les variations de l'ionisation ne sont pas synchrones en deux postes distants d'environ 3km et séparés par une tranche d'air de 2000m de hauteur.

6° Dans les deux stations extrêmes, les variations du champ sont sans aucune relation avec l'ionisation.

(1) Séance du 7 juillet 1930.

	3 sept.	4 septembre.						5 septembre.					
Heures..	20-24.	24-4.	4-8.	8-12.	12-16.	16-20.	20-24.	24-4.	4-8.	8-12.	12-16.	16-20.	20-24.
Observatoire Vallot (4358^{m}).													
$\overset{+}{n}$.......											900		6590
$\overset{-}{n}$.......											530		7350
V/m....											15	25	110
Grands Mulets (3050^{m}).													
V/m....					70	86	64	52	51	51	66	112	34
Les Glaciers (2450^{m}).													
$\overset{+}{n}$.......	4055	3930	5160	5120	2992	2670	5677	6390		5300	5700	3652	4692
$\overset{-}{n}$.......	3610	3055	3230	3560	2730	2890	4079	4515		5140	5440	3120	3620
V/m....	1	7	13	27	30	10	35	25		23	29	32	21

	6 septembre.						7 septembre.			
Heures.............	24-4.	4-8.	8-12.	12-16.	16-20.	20-24.	24-4.	4-8.	8-12.	12-16.
Observatoire Vallot (4358^{m}).										
$\overset{+}{n}$.................			1439	2072	1714	4740				
$\overset{-}{n}$.................			881	922	833	5540	5000	5325	1820	
V/m..............	125	175	185	105	20	25		15	25	17
Grands Mulets (3050^{m}).										
V/m..............	52	62	68	96	72	32	30	24	30	35
Les Glaciers (2450^{m}).										
$\overset{+}{n}$.................	4710	5267	6160	5100						
$\overset{-}{n}$.................	3360	4118	3405	2820	2505					
V/m..............	19	20	16	13	11					

Charge élémentaire admise : $e = 4,77 . 10^{-10}$ U. E. S.

Valeurs moyennes du nombre d'ions par centimètre cube de jour et de nuit.

	Jour.		Nuit.		Moyenne journalière.		Rapport nuit/jour.	
Observ. Vallot (4358^{m})....	$\overset{+}{n}$ 1988	$\overset{-}{n}$ 1054	$\overset{+}{n}$ 5665	$\overset{-}{n}$ 6080	$\overset{+}{n}$ 3826	$\overset{-}{n}$ 3567	$\overset{+}{n}$ 2,85	$\overset{-}{n}$ 5,76
Les Glaciers (2450^{m})......	$\overset{+}{n}$ 4338	$\overset{-}{n}$ 3700	$\overset{+}{n}$ 5075	$\overset{-}{n}$ 3919	$\overset{+}{n}$ 4707	$\overset{-}{n}$ 3809	$\overset{+}{n}$ 1,17	$\overset{-}{n}$ 1,06

7° Il existe un certain parallélisme entre les variations simultanées du champ électrique à l'altitude de 4358m et 3050m, alors qu'aux mêmes moments, à 2450m, l'électromètre oscille d'une manière quelconque.

8° Le gradient de potentiel moyen est sensiblement le même à Vallot et aux Grands Mulets, alors qu'il est notablement plus faible à la station inférieure des Glaciers.

Les mesures sont en quelque sorte dépourvues de l'influence des facteurs météorologiques pour avoir été faites en période anticyclonique, dans un air relativement calme, à pression barométrique constante. Toutefois, le 6 septembre, vers 16h, un front froid envahit progressivement la vallée de Chamonix et provoqua au contact des masses chaudes qu'il souleva une épaisse couche de brouillard. A son passage aux trois stations on observa à la fois une forte chute de tension et une augmentation de l'ionisation. La vitesse ascensionnelle de ce banc de brouillard fut de 23,5 m/min. A la surface supérieure les ions + furent en excès et à l'intérieur, par contre, l'ionisation tout en augmentant gagna proportionnellement davantage d'ions — que d'ions +.

Les atmosphériques observés à Vallot et au sommet du Mont Blanc au moment du lever et du coucher du soleil présentent sensiblement les mêmes anomalies qu'en plaine. A Vallot la réception T. S. F. nocturne est au moins trois fois plus intense qu'à 2500m. Ce fait est imputable à la conductibilité de l'air qui de nuit est environ cinq fois plus forte à 4358m qu'à 2500m ou au-dessous, d'après mes observations.

La séance est levée à 16h.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUILLET 1930.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE TERMIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à **Farid Boulad bey**, membre de l'Institut d'Égypte, qui assiste à la séance.

ASTRONOMIE. — *Les stations astronomiques de Châtillon-sous-Bagneux.* Note (1) de M. **G. Bigourdan.**

Le plateau de Châtillon (2), situé à 160m d'altitude, offre une des vues les plus belles et les plus dégagées des environs de Paris; aussi a-t-il été, à diverses reprises, utilisé pour des stations astronomiques plus ou moins permanentes dont je voudrais rappeler le souvenir et fixer les coordonnées.

Le Moulin de Fontenay.

Ce moulin, qui a disparu depuis longtemps, fut une station secondaire ou d'essai lors de la détermination de la vitesse du son, faite par ordre de l'Académie des Sciences, en 1738, par Cassini de Thury, Lacaille et Maraldi (*Mém. Acad.*, H. p. 1 et M. p. 128 ...). Bientôt elle fut remplacée par la station du Château de l'Hay qui se trouve plus rapproché des lignes droites joignant les stations principales, Montmartre (Pyramide) — Observatoire — Tour de Montlhéry.

---

(1) Séance du 30 juin 1930.

(2) Auguste Lepage, *Voyage aux pays révolutionnaires* (Plateau de Châtillon). Paris, 1877, 1 vol. petit in-8 de xj + 251 pages, p. 233.

Les coordonnées du Moulin furent déterminées en 1739-1740, lors de la seconde mesure de la méridienne de l'Observatoire; et la *Méridienne vérifiée* de Cassini III et de Lacaille (p. 124, ... 277, ... et xxiij, ...) donne, par rapport à l'Observatoire, pour les distances respectives à la méridienne et à la perpendiculaire: 2189 toises et 2424 toises $\frac{1}{3}$.

La *Description géométrique de la France* (p. 35, 54) confirme ces nombres en donnant 2189 et 2425. On a donc pour les coordonnées de ce moulin :

$$\Delta\mathfrak{L} = 2189^{\mathrm{T}} = 3'.19'',17 = 13^{s},94\,\mathrm{O}; \quad \Delta\varphi = -2425^{\mathrm{T}}\,\mathrm{S} = -2'.33'',02; \quad \varphi = 48^{\circ}.47'.38''.$$

La tour de Châtillon, dite de Croÿ (¹).

Cette tour, considérée souvent comme un observatoire, et où furent faites en effet diverses observations astronomiques, eut une existence assez courte et a disparu depuis longtemps. Je me propose de déterminer ses coordonnées exactes et d'indiquer, d'après des documents peu connus, sa véritable histoire, aujourd'hui bien ignorée (²).

Disons d'abord quelques mots de son fondateur, le duc de Croÿ, dont les biographes ne considèrent ordinairement que la carrière militaire.

I. Emmanuel, prince de Solre, plus tard duc de Croÿ, naquit à Condé-en-Hainaut le 23 juin 1718. Il embrassa la carrière des armes, prit bonne part à la victoire de Fontenoy (1745), et fut chargé en 1757 du commandement des troupes en Artois, Picardie, Calaisis et Boulonnois; c'est alors qu'il mit en état de défense les côtes de ces provinces et qu'il fit élever au bord de la mer, sur les rochers en face le village d'Houvault, près de Boulogne, la tour ou fort qu'on y voit encore, et qu'on appelle aussi tour de Croÿ.

En 1763, il fit restaurer le port de Dunkerque, puis en 1783 reçut le bâton de Maréchal de France et mourut peu après, le 13 mars 1784.

Il consacrait à l'étude des Sciences (Géographie, Histoire naturelle, etc.) la majeure partie du temps que lui laissaient les affaires. Il avait étudié particulièrement les questions géographiques relatives aux régions polaires,

---

(¹) On prononce *Crouy* et même aujourd'hui on l'écrit souvent ainsi.

(²) Dans la Notice historique sur *Châtillon*, publiée par le Département de la Seine dans l'*État des Communes à la fin du* XIXe *siècle* (Montévrain, 1901), on lit, p. 8 :

Châtillon, en langue d'oïl, Castillon en langue d'oc et basque a toujours la même signification; celle d'un château fort. Rien n'est moins surprenant qu'on en ait élevé un sur le plateau de Châtillon, et il y a tout lieu de penser que ce que l'on appelle encore aujourd'hui la tour de Crouy en représente l'emplacement.

ce qui faisait dire à D'Anville que les pôles étaient comme son pays familier; d'ailleurs en 1782 il publia un *Mémoire sur le passage par le Nord*, passage dont l'existence était alors en discussion et dont il s'entretint parfois avec Louis XVI.

En 1766 il espéra un instant devenir membre honoraire de l'Académie des Sciences, mais le ministre Saint Florentin lui préféra Courtanvaux.

En 1771 il travailla aux Instructions qui furent remises à Kerguélen pour son voyage et fut même chargé de réunir les instruments astronomiques destinés à cette mission.

Dans le temps, trop court à son gré, qu'il pouvait passer à Paris, il fréquentait les collectionneurs, les ingénieurs et surtout un grand nombre de membres de l'Académie des Sciences, assistait à leurs expériences, à leurs leçons. Ainsi il fut témoin des expériences de Lavoisier sur la combustion du diamant. Mais l'Astronomie l'attirait plus particulièrement; il s'était procuré divers instruments [1] de prix, et soit à Paris, soit dans sa province, il ne laissait passer aucune éclipse sans l'observer.

Il a composé de volumineux ouvrages, restés la plupart manuscrits, de genre à la fois philosophique et scientifique, pour lesquels il se faisait beaucoup aider par les savants de l'époque [2] : tels sont une *Histoire naturelle*, qui formait 9 volumes, des vues sur le *Système de l'Univers*, etc. et un Journal [3] de sa vie, écrit jour par jour; le manuscrit forme 41 volumes in-4°, conservés aujourd'hui à la bibliothèque de l'Institut; c'est à ce Journal que nous empruntons les renseignements suivants sur la tour dont nous parlons.

II. Le 26 août 1763, passant à Châtillon, il est frappé de la belle vue dont on y jouit, et dit-il, « bien tenté d'y bâtir ». Au sommet, au bord de la

---

(1) 1° Un héliomètre de Sayde, acheté en 1764;

2° Une lunette achromatique de Létang, de 9 pieds, achetée en 1765;

3° Un télescope de $4\frac{1}{2}$ pieds, construit sans doute par le P. Noël;

4° Une lunette achromatique de $3\frac{1}{2}$ pieds qui fut employée par Le Monnier, dans l'observation de l'éclipse horizontale de Lune du 23 décembre 1768;

5° Lunette fixe.

(2) Notamment Lalande pour l'Astronomie, Nollet pour la Physique, Macquer pour la Chimie, Valmont de Bomare pour l'Histoire naturelle, etc.

(3) Ce journal, pour la partie qui se rapporte à Paris et à Versailles, a été publié par le vicomte de Grouchy et P. Cottin sous le titre : *Journal inédit du Duc de Croÿ, 1718-1784*. Paris, 1906-1907, 4 vol. in-8°. Déjà des extraits de ce Journal avaient été donnés par le vicomte de Grouchy.

On rencontre parfois dans ce Journal des remarques météorologiques intéressantes.

route, se trouvait une glacière formant butte : avec l'autorisation du propriétaire, le sieur Rafard, il s'élève avec des échelles de manière à dominer les arbres et s'assure qu'on y est à la hauteur des toits de Meudon. Son parti est pris aussitôt : un acte passé le 10 septembre 1763 avec M. Rafard lui donne le droit, moyennant deux louis d'or par an, pour lui et ses héritiers, de faire élever un belvédère sur la glacière [1].

La charpente est commencée aussitôt, car il bornait d'abord son ambition à un belvédère en bois pour dominer les arbres, et comptait n'y dépenser que 800#. Mais lorsque, en janvier 1764, on eut apporté les bois nécessaires, il s'aperçut que la dépense irait bien plus loin et fut sur le point de renoncer à son projet, étant « honteux de faire une pareille folie ». Il voulut cependant y conduire Cassini (III) qui, dit-il, « ayant parcouru toutes les belles vues de France et d'une grande partie de l'Allemagne, la jugea la plus belle. Tout cela me détermina à y faire un vrai belvédère avec un petit logement ».

En mai on monta la charpente « qui faisait, de notre maison de Paris, et de partout, un grand effet. Aussi en parlait-on beaucoup ».

Tout étant terminé, en février 1766 il achève, dit-il, « de payer Châtillon qui me coûta, avec tous les meubles et ajustements, en tout 28200 livres. C'était bien cher pour une pareille folie, mais pas trop pour la réussite et la beauté de l'endroit, qui était généralement admiré quand on y allait par beau temps, car cette vue écrasait toutes celles des environs de Paris et maisons du Roi, ... ».

Dans la suite il revient souvent, dans son Journal, sur le charme de cette belle vue, et c'est d'ordinaire pour regretter de n'en pouvoir jouir, étant retenu dans son gouvernement : Alors il habitait l'Hermitage, non loin d'Amiens et propriété de famille qu'il avait beaucoup embellie.

Quant à la tour de Châtillon, elle dépérit assez vite, car en 1779 il fallut la refaire presque en entier; mais dès l'année suivante « elle était remeublée et à neuf, et, en tout, mieux que la première fois ».

Sa durée ne fut cependant pas bien longue cette seconde fois, car d'après Delambre [2], en 1810 elle n'existait plus; mais en 1793, il avait pu

---

[1] Cela est en contradiction avec Delambre (*Hist. de l'Astr. au* XVIIIe *siècle*, p. 228) d'après lequel la tour aurait été construite pour la détermination de la réfraction horizontale.

[2] *Base du Système métrique décimal*, t. III, page 16 de la Table finale.

l'insérer dans ses triangles de la méridienne (1). Plus tard, Tranchot relia cette tour à Brie, au Panthéon et aux Invalides (2).

Ainsi cette tour survécut peu à son fondateur, et cela s'explique puisqu'elle était bâtie sur un terrain simplement loué. D'ailleurs nous n'en connaissons aucune description détaillée (3).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Hérédité des phases de l'ouverture des fleurs chez les Pavots.* Note (4) de M. **L. Blaringhem.**

Pour constater l'hérédité des phases de croissance et des mouvements (tailles successives des boutons, gonflements, courbures et redressements) qui précèdent l'ouverture des fleurs en général, il est indispensable d'utiliser des *lignes pures pédigrées*. J'ai déjà insisté sur ce point à propos des méthodes et des résultats dans l'hybridation des Lins à fibres (5); les fleurs de Lins sont fugaces et fragiles; on dispose d'au plus 15 minutes pour suivre l'ouverture du bouton, celles des anthères et les mouvements de déroulement et d'enroulement des stigmates. J'ai noté des phénomènes du même ordre chez des genres de plantes appartenant à des familles voisines des Linées (Papavéracées, Géraniacées), offrant des fleurs plus grosses et des phases de croissance florale plus lentes et plus échelonnées; je puis décrire aujourd'hui des phénomènes parallèles chez quelques *Linum* et en particulier des Lins à fibres et leurs hybrides (*Linum usitatissimum* L. × *L. angustifolium* et réciproques) et chez le Pavot à opium (*Papaver somniferum* L. et ses hybrides) avec l'espèce sauvage méditerranéenne *Papaver setigerum* DC.

La principale difficulté, pour établir les analogies, est l'obtention de lignes pures de Pavots; la longue durée des boutons et de l'épanouissement et la recherche marquée du pollen de ces Pavots par les abeilles et les bourdons rendent très difficile l'isolement des lignées.

---

(1) Dans le triangle 40 (Brie-Montlhéry-Tour de Croy). Voir *B. du Syst. mét.*, t. I, 2e partie, p. 105, 108, 111, 123, 129, 130, 132 et 523 pour les valeurs définitives des angles de ce triangle. Voir aussi t. II, p. 812, et t. III, p. 251.

(2) *B. du Syst. mét.*, t. I, p. 543.

(3) La partie supérieure était formée, à ce qu'il semble, par un salon percé de huit fenêtres et qui était comme suspendu dans les airs. On pouvait même monter au-dessus du toit.

(4) Séance du 16 juillet 1930.

(5) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 278, et *Revue Bot. appliq. et Agricult. colon.*, 5, 1926, p. 193 et 263.

Par un hasard heureux, la forme pseudoparthénogénétique de *Papaver setigerum* DC. lignée *Bellevue*, introduite d'Algérie dans mes cultures de la Station Berthelot en 1914, s'y reproduit fidèlement et sûrement en raison du fait que les ovaires sont fécondés, à Bellevue (Seine-et-Oise) trois jours, avant l'ouverture des boutons ([1]); cette lignée est d'une uniformité absolue.

J'ai fait l'épreuve de diverses races de *Papaver somniferum* L. cultivées, sans réussir à les épurer sauf une; c'est une forme horticole, isolée en 1925 dans un lot de semences de la maison Vilmorin Andrieux, à fleurs blanches et à graines blanches que je crois pouvoir identifier avec le Pavot blanc de Chine, ou *Papaver Mursellii* Hort.; il a fallu cinq années de ségrégation et d'isolement pour l'avoir en parfait état de pureté. Or cette race ancienne, déjà distinguée par les horticulteurs qui lui ont donné un nom latin, paraît être celle qu'on trouve figurée dans les tableaux chinois et japonais du XV[e] siècle; ses fleurs grandes et simples sont remarquables par leur blanc parfait et leur épanouissement offre aussi la plus grande homogénéité.

L'hybride réalisé entre ces deux lignées est lui-même uniforme en première génération, assez fertile; mais les étamines de tous les individus examinés renferment du pollen avorté (17 à 38 pour 100) et ce résultat confirme l'opinion que j'ai émise en 1925 à savoir que *Papaver setigerum* DC. n'est pas le vrai prototype du Pavot œillette, ni du Pavot à opium. Cette remarque faite il faut noter que, chez les hybrides, même de première génération, les irrégularités sont plus nombreuses et plus variées que chez les souches parentes épurées. Ainsi la variation des bandes stigmatifères oscille chez l'hybride entre 3 et 9 alors qu'elle est cantonnée entre 4 et 8 chez *P. setigerum*, entre 5 et 8 chez *P. Mursellii*. La taille des anthères surtout varie chez l'hybride ainsi que la couleur des anthères, ce qui trahit les irrégularités de la descendance. Mais au point de vue végétatif, l'hybride est assez homogène et nettement intermédiaire entre les parents avec dominance marquée de la couleur violacée des fleurs qui est même plus accusée que chez *P. setigerum* lignée *Bellevue*.

Le point sur lequel je tiens à insister ici est le mode d'ouverture des fleurs; il est nettement distinct chez les parents quoique tout à fait constant pour chaque race et différent aussi chez l'hybride premier, nettement hors des cadres fournis par les parents.

Pour *P. setigerum* DC., les jeunes boutons sont bien dégagés des feuilles sous-jacentes, à Bellevue, en juin-juillet, 6 jours avant l'épanouissement de

([1]) *Bull. Soc. botanique France*, 72, 1925, p. 623.

la fleur; le pédoncule croît de 4 fois la longueur du bouton le jour suivant (I), de 15 fois la longueur du bouton le lendemain (II); au jour (III) les étamines sont ouvertes; les pétales et les filets des étamines ont atteint la moitié de leurs dimensions linéaires, l'ovaire le tiers. C'est la phase critique et le pédoncule fortement arqué, jusques et y compris ce jour, va se redresser progressivement, jusqu'à l'anthèse qui se produit le matin du jour (VI). J'ai noté cependant la fragilité des boutons et le retard qu'entraîne la compression des jeunes boutons au cours de l'évolution normale de la fleur.

Pour *Papaver Mursellii* Hort., les boutons sont à peine visibles 6 jours avant l'anthèse; ils se dégagent le jour suivant (I), le pédoncule s'allonge de 10 fois sa longueur durant les jours (II) et (III), mais les pétales et les filets des étamines restent courts tandis que les anthères nacrées et longues n'ont encore que la moitié de la taille définitive; au jour (IV) le pédoncule arqué jusque-là se redresse et le bouton éclate sans s'ouvrir le jour (V); à cet éclatement qui se produit dans le cours de la journée, correspond l'ouverture des anthères dans les boutons; le pollen devient apparent et peut se répandre sur les bords du plateau stigmatifère; la fleur s'ouvre le matin de (VI) et, en réalité, c'est au cours de la nuit précédente que le pédoncule se redresse et que le plateau stigmatifère est porté au-dessus des étamines ouvertes. Dans la matinée de (VI) l'intervention active des abeilles et des bourdons est nécessaire pour assurer la complète fécondation terminée à midi; les pétales sont tombés le soir même.

L'hybride n'ouvre ses étamines que le jour (VI) et lorsque les pédoncules dressés portent à la taille définitive le support de la capsule qui continue à se développer. On constate alors que les étamines, encore opalescentes, se dessèchent dès l'ouverture de la fleur, mais subsistent toute la journée ainsi que les pétales et plus longtemps que ceux-ci; la durée d'épanouissement est fonction de l'avortement du pollen, fait déjà connu. Mais il apparaît des divergences individuelles en rapport avec l'importance des avortements des grains de pollen; le nombre des étamines et la grosseur de la fleur paraissent cette fois avoir un retentissement sur le mode et les durées des phases d'ouverture; en un mot, il s'introduit chez l'hybride des éléments d'irrégularité qui paraissent et sont en fait nettement liés à la formation et à la maturation hétérogène des pollens.

C'est donc, en définitive, à la régularité de la formation et de l'ouverture des étamines qu'il y a lieu de rapprocher la régularité et l'homogénéité de l'ouverture et des mouvements des boutons floraux chez *Papaver* comme chez *Linum*. Or cette constatation offre un grand intérêt pratique; il est

assez difficile de se rendre compte en Europe occidentale, qui est une région extrême de la culture du Lin, de la valeur et de l'homogénéité des lots soumis à différents effets de dégénérescence ([1]). J'ai voulu me rendre compte si l'état hybride primitif des lignées, et j'en ai trouvé en cet état plus de 95 pour 100 dans les isolements faits en France, jouait un rôle et j'obtins une démonstration précise par les expériences délicates que j'ai pu réaliser avec deux races épurées et très homogènes de *Papaver somniferum* L.

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur l'adaptation à l'homme des trypanosomes pathogènes de mammifères.* Note de M. **F. Mesnil**.

Jusqu'en 1902, l'opinion était que l'homme a le privilège de ne pas contracter de trypanosomiases; il restait indemne là où les animaux (chevaux et bovidés) qui l'accompagnaient contractaient la « maladie de la mouche » (tsé-tsé). Après les découvertes de Dutton, de Castellani, Bruce et Nabarro, il fallut bien reconnaître que l'homme pouvait, non seulement contracter des infections à trypanosomes, mais encore qu'une maladie humaine particulièrement grave, la maladie du sommeil, correspondait à la seconde période d'une pareille infection.

Pendant quelques années, on a regardé les trypanosomes humains et les trypanosomes de mammifères comme relevant d'espèces différentes. Mais la découverte du *Tr. rhodesiense*, convoyé par la *Glossina morsitans*, a amené peu à peu les auteurs anglais à une autre conception. N'arrivant pas à distinguer ce trypanosome du *Tr. brucei*, agent du nagana, ni chez les mammifères d'expérience, ni chez les tsé-tsés, ils ont émis la supposition que *Tr. rhodesiense* est identique à *Tr. brucei*. Cette vue a été combattue d'une part par Laveran (expériences négative d'immunité croisée), d'autre part par les savants allemands Taute et Fischer qui ont inoculé sans succès, en Afrique orientale, dans les foyers même du *Tr. rhodesiense*, 131 individus avec du sang nagané. Entre temps, ayant découvert (avec Ringenbach) la sensibilité du *Tr. rhodesiense* au sérum humain, j'émettais (1914) la supposition que le *Tr. rhodesiense* « est d'adaptation relativement *récente* à l'homme ». Je faisais allusion aussi à l'infection contractée au laboratoire par un professeur italien de Clinique vétérinaire, A. Lanfranchi, infection

([1]) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 418; et *Revue Bot. appl. et Agric. colon.*, **38** et **39**, 1924, p. 633 et 737.

que nous avions étudiée, M. Blanchard et moi-même, sur les animaux de laboratoire. Au moment où il tomba malade, le professeur Lanfranchi avait le *Tr. evansi* du surra dans son laboratoire, ainsi que nos expériences l'établirent indubitablement. A la vérité, les épreuves immunologiques nous avaient amené à rapprocher le *Tr. lanfranchii* du *Tr. gambiense*, bien que certaines réactions révélassent des affinités avec le *Tr. evansi*; Lanfranchi lui-même a mis en évidence d'autres faits en faveur de ces mêmes affinités. Une conclusion définitive était difficile à formuler. J'ai eu néanmoins à diverses reprises l'occasion d'appeler l'attention sur l'intérêt de ce cas au point de vue de l'adaptation possible à l'homme de trypanosomes regardés comme pathogènes pour les animaux seulement.

L'interprétation d'un autre cas, qui s'est produit l'an dernier à l'Institut Pasteur, me paraît beaucoup plus facile. Un aide de laboratoire s'est infecté par la piqûre de l'aiguille d'une seringue chargée de sang contenant du *Tr. brucei*. Je n'avais donné au laboratoire en question que du *Tr. brucei*; les recherches que M. Vaucel a entreprises dans mon service pour l'identification du trypanosome recueilli chez le malade ont montré clairement que ce trypanosome était bien celui que nous étiquetons *brucei* et qu'il était différent de celui que nous étiquetons *gambiense* [1].

Comment l'infection a-t-elle pu se produire? Nous avons toujours eu l'opinion que la propriété du sérum humain, d'agir sur les trypanosomes pathogènes, joue un rôle important dans l'état réfractaire de l'homme. Nous avons demandé à M. Vaucel de compléter son identification en recherchant l'action du sérum humain normal sur notre *Tr. brucei*, et il a constaté que ce trypanosome, autrefois assez sensible au sérum humain (c'est avec lui que Laveran et moi-même avons réalisé nos expériences de 1901), l'était très peu maintenant. Il était donc dans des conditions relativement favorables pour infecter l'homme. Mais cette condition, sans doute nécessaire, ne saurait être suffisante. Nous savons, d'une part, qu'on peut faire acquérir à un trypanosome des propriétés de résistance vis-à-vis du sérum humain, ou, ce qui revient comparativement au même, du sérum de cynocéphale, sans pouvoir infecter l'homme ou le cynocéphale. Je puis ajouter, d'autre part, que des essais, restés inédits, ont été pratiqués avec notre *Tr. gambiense* au début de 1929, dans le service du professeur Sicard, et à sa demande, par le Dr Vaucel, dans un but de pyrétothérapie de la paralysie générale; ils

---

(1) M. Vaucel, *Bull. de la Soc. de Pathologie exotique*, 23, séance du 9 juillet 1930 (à paraître).

furent interrompus par la mort du Dr Sicard. Or aucun des trois malades inoculés n'a montré de fièvre; jamais on n'a vu de trypanosome à l'examen direct, même après centrifugation du sang. Il semble donc bien que ces malades n'ont pas été infectés. Et pourtant la souche de *Tr. gambiense* utilisée, qui, je l'ai montré en 1925, est en voie de devenir sensible au sérum humain, l'est encore relativement peu et s'est montrée, dans les expériences de Vaucel, au moins aussi réfractaire au sérum humain que le *Tr. brucei*. Et l'on arrive logiquement à l'idée qu'il faut d'autres conditions pour qu'un trypanosome, soit d'origine animale, soit « animalisé » par conservation sur animaux de laboratoire, force la barrière humaine. Ces conditions sont sans doute d'ordre individuel, et l'on peut se demander si l'une d'elles ne relève pas des propriétés trypanocides du sérum de l'individu sensible. Cette idée, que j'ai exprimée à plusieurs reprises, est aussi celle que Yorke, Adams et Murgatroyd viennent de publier pour expliquer la genèse des infections à *Tr. rhodesiense :* elle explique, en effet, le caractère sporadique de cette maladie humaine, que les savants allemands n'ont pu reproduire expérimentalement. Malheureusement, sa vérification est difficile en raison des anticorps contre les trypanosomes que les individus infectés acquièrent vite. J'ai recherché quel était vis-à-vis d'un trypanosome hétérologue (*Tr. evansi*) le pouvoir trypanocide de notre malade un an après son infection : il était celui d'un assez bon sérum normal.

Quoi qu'il en soit, il nous paraît démontré expérimentalement qu'un trypanosome d'origine animale tel que le *Tr. brucei* peut s'adapter à l'homme, et cette constatation est par elle-même des plus intéressantes.

PLIS CACHETÉS.

M. **Raoul Grimoin-Sanson** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 10 septembre 1928 et inscrit sous le n° 10041.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une *Note sur l'emploi du chlorure d'or comme agent thérapeutique*.

(Renvoi à l'examen de M. Ch. Richet.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

N. Joukowski. *Théorie tourbillonnaire de l'hélice propulsive*, traduit du russe par A. Apostol, revu et annoté par W. Wettchinkine. Préface de W. Margoulis.

MOTEURS A EXPLOSION. — *Sur la propagation de la combustion dans les mélanges carburés*. Note de MM. **M. Aubert** et **R. Duchêne**, transmise par M. Cotton.

Les études que nous résumons ici constituent une suite à celles entreprises depuis plusieurs années et qui ont déjà fait l'objet de deux Communications en 1928 (¹).

La méthode appliquée est toujours l'enregistrement photographique ; mais, afin de pouvoir utiliser des taux de compression supérieurs, la chambre d'explosion n'est plus constituée par un tube de verre prolongeant un cylindre métallique, elle est forée dans le même bloc d'acier. Une petite fenêtre rectangulaire, en verre épais, permet de suivre le déplacement de la flamme suivant toute la longueur de la chambre d'explosion.

Le cylindre a un volume total de 569^{cm^3}, la chambre d'explosion, qui a 100^{mm} de longueur, a un volume de 96^{cm^3}. Le taux de compression volumétrique est par suite de 5,9. L'allumage est fait par bougie en fin de compression.

Les essais ont porté sur divers carbures (benzène, hexane, heptane, amylène) ainsi que sur quelques carburants usuels. Nous avons opéré soit à la température ambiante (15°), soit en maintenant une température de 50 à 53° à l'intérieur de la chambre d'explosion.

Nous avons obtenu quelques résultats qui peuvent contribuer à éclairer la question très complexe des phénomènes observés dans les moteurs à explosion aux compressions élevées.

(¹) Duchêne, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 200, et **187**, 1928, p. 220.

1° La courbe de propagation du front de flamme en fonction du temps présente toujours l'allure générale que nous avons signalée mais avec des vitesses supérieures comme le montre le tableau ci-dessous. On voit l'influence très notable de la température du cylindre sur la vitesse de la flamme.

Carburant.	Richesse de charge en mm³ par litre.	Taux de compression volumétrique.	Température.	Temps en 1 millième de seconde que met la flamme à parcourir la chambre d'explosion de la bougie au piston.	Vitesse moyenne de propagation au cours de ce premier passage de la flamme.	Vitesse maximum observée.	Observations.
Benzène	191	5,9	15°	8,3	12	40	Noircissement progressif.
Benzol auto	191	5,9	15	8,2	12	20	Id.
	103	–	53	2,6	39	90	Id.
Hexane	191	–	15	7,5	14	33	Au bout de 9 millièmes de sec. prend naissance la déflagration générale.
	103	–	50	4	25	50	L'inflammation généralisée a lieu au bout de 3 millièmes de sec.
Heptane	103	–	53	5	20	75	Inflammation généralisée au bout de 3,7 millièmes de sec.
Essence ordinaire (tourisme).	191	–	15	–	–	–	Inflammation très difficile, photo très pâle.
	140	–	50	5,6	18	67	Inflammation généralisée au bout de 5 millièmes de seconde.

2° Nous avons signalé que certaines photographies obtenues présentaient une discontinuité dans le noircissement photographique : à un début de propagation très pâle succédait brusquement une flamme très actinique se propageant aussi bien dans les gaz vierges que dans les gaz déjà traversés par la flamme, mais incomplètement brûlés. Nous avons trouvé *régulièrement* ce mode de propagation avec les nouvelles conditions expérimentales.

A la température ordinaire cette déflagration généralisée a été observée pour l'hexane mais elle se produit seulement après que la flamme a parcouru toute la chambre d'explosion. Pour le benzène et divers carburants essayés rien de semblable n'a été observé ; on distingue bien quelquefois

une flamme de retour dans les gaz brûlés mais celle-ci semble faire suite immédiatement à la flamme initiale comme si elle s'était réfléchie sur le fond de la chambre d'explosion (constitué par le piston).

A la température de 50° environ, cette déflagration générale se produit pour l'hexane, l'heptane, l'essence ordinaire, et elle a lieu plus tôt, avant que la flamme ait terminé sa première traversée. Les carbures aromatiques ou les carburants, qui en contiennent une proportion notable, ne présentent pas cette brusque déflagration.

Il nous semble que ces faits sont à rapprocher des phénomènes de « cognement » que l'on observe avec l'heptane, l'hexane et les essences aliphatiques alors qu'on ne les obtient pas avec les carbures aromatiques. Il serait peut-être légitime de penser que le cognement est dû à cette déflagration généralisée, très différente d'ailleurs, par sa vitesse de propagation, de la détonation à laquelle on attribue souvent le cognement dans les moteurs.

Dans le but de vérifier la concordance entre le cognement et l'enregistrement photographique, il a été utilisé un moteur spécial permettant de comparer les qualités de diverses essences au point de vue de leur résistance au cognement (moteur monocylindrique muni d'un détecteur Midgley) (1).

Une essence commerciale a été comparée au mélange de la même essence avec 4 pour 100 d'amylène qui, comme les composés éthyléniques, jouit de propriétés antidétonantes.

L'appareil Midgley indique que l'essence est notablement plus détonante que le mélange essence-amylène.

D'autre part, la méthode photographique donne deux images tout à fait différentes, l'une (essence et amylène) présente un noircissement progressif alors que l'autre indique une combustion généralisée qui prend naissance au cours de la propagation.

OPTIQUE. — *Absorption comparée des acides tartriques actifs et racémique en solution aqueuse.* Note de MM. **G. Bruhat** et **J. Terrien**, transmise par M. A. Cotton.

Dans des articles récents, M. Cotton a rappelé que le mélange en proportions égales de deux solutions alcalines de tartrates de cuivre droit et

(1) Il s'agit du dispositif de l'Ethyl Gazoline Corporation qui est en service à la Société Lille, Bonnières.

gauche présente une absorption différente de celle des solutions actives ([1]); la différence des densités optiques, mesurée par Gheorghiu ([2]) pour la raie 5461 du mercure, est d'environ 20 pour 100. Il nous a paru intéressant de rechercher si les mélanges de solutions d'acides tartriques droit et gauche présentaient la même propriété dans la région ultraviolette du spectre pour laquelle nous avons étudié précédemment l'absorption de l'acide droit ([3]).

La difficulté signalée lors de ces dernières mesures s'est retrouvée dans cette nouvelle étude : des échantillons divers d'acide tartrique donnent toujours des absorptions différentes, et l'absorption d'une solution augmente avec le temps par suite de l'attaque des parois du flacon où on la conserve ou du tube dans lequel on la place pour les mesures. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on ne peut pas considérer comme définitifs les résultats déjà anciens de Stewart ([4]), qui a indiqué l'existence d'une différence d'absorption assez considérable entre une solution racémique et des solutions actives droite et gauche de même concentration, mais qui préparait séparément ses trois solutions à partir des trois acides cristallisés. Nous nous sommes au contraire toujours astreints à préparer la solution racémique par mélange des deux solutions actives, et à faire les mesures le plus rapidement possible sur les trois solutions droite, gauche et racémique.

La plupart de nos mesures ont été faites avec des solutions contenant 15^g d'acide dans 100^{cm^3}; celles qui sont relatives aux raies 2653 et 2537 de l'arc au mercure ont été faites par photométrie photographique régulière, suivant la méthode précédemment décrite, avec de la lumière purifiée spectralement par un monochromateur double. Pour les longueurs d'onde plus courtes, nous nous sommes contentés de faire, au spectrographe Féry, des mesures comparatives par variation du temps de pose; ce procédé, qui ne permet pas de donner la valeur absolue de la densité optique, permet pourtant d'évaluer correctement de petites différences de densité.

L'ensemble des résultats obtenus est représenté par le tableau suivant, qui donne les densités optiques y_z d'une longueur z des trois solutions droite (D), gauche (G) et racémique (R) :

([1]) A. Cotton, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 1211; *Annales de Physique*, **13**, 1930, p. 456.

([2]) T.-D. Gheorgiu, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 1260.

([3]) G. Bruhat et J. Terrien, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 37.

([4]) A. W. Stewart, *Journ. Chem. Soc.*, **91**, 1907, p. 1537.

c %.	λ (A).	z (cm).	yz. D.	G.	R.	$\frac{D+G}{2}$.	Augmentation % de l'absorption.
			I. — *Tubes de verre :*				
10	2537	10	2,38	2,84	2,40	2,61	— 9
14	2653	40	2,45	3,60	3,35	3,02	+10
			II. — *Tubes de silice :*				
15	2537	5	1,65	2,05	1,97	1,85	+ 6,5
15	2537	5	1,70	2,11	2,00	1,905	+ 5
15	2537	5	2,02	2,15	2,25	2,09	+ 7,5
15	2653	30	2,00	2,22	2,08	2,11	— 1,5
15	2653	30	1,84	2,14	1,89	1,99	— 5
			III. — *Spectrographe Féry :*				
15	2537	5	a	$a+0,39$	$a+0,19$	$a+0,195$	0
15	2483	1,7	a'	$a'+0,15$	$a'+0,07$	$a'+0,075$	0
15	2400	0,2	a''	$a''+0,00$	$a''+0,00$	$a''+0,00$	0

a, a', a'' sont des nombres, non mesurés, de l'ordre de 2.

La solution droite (acide pur pour analyses Poulenc) et la solution gauche (acide recristallisé au laboratoire) n'ont jamais eu exactement la même absorption; mais la différence est toujours assez faible pour qu'on puisse appliquer avec certitude la loi des mélanges, et admettre qu'un mélange sans formation de racémique doit avoir la densité optique $\frac{D+G}{2}$.

Les écarts entre la valeur ainsi calculée et la valeur effectivement mesurée sont donnés par la dernière colonne du tableau : on voit qu'ils sont tous beaucoup plus faibles que ceux qu'ont signalés Cotton et Gheorghiu pour les cuprotartrates complexes, et ne présentent rien de systématique : ils sont sans doute liés à l'altération des solutions.

Nouspouvons donc affirmer que, depuis $\lambda = 2653$ jusqu'à $\lambda = 2400$ A, *si les solutions d'acide racémique absorbent la lumière d'une autre façon que les solutions des acides actifs, les écarts sont inférieurs à* 4 *ou* 5 *pour* 100 *dans un sens ou dans l'autre, et la moyenne de nos résultats indique que les absorptions sont pratiquement identiques.* Les mesures d'absorption confirment ainsi le résultat, déduit par Darmois, de mesures polarimétriques (¹), de la non-existence des molécules d'acide tartrique racémique en solution.

(¹) E. Darmois, *Transactions Faraday Society*, 10, 1914, p. 38.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le mécanisme de l'émission continue de la molécule d'hydrogène*. Note ([1]) de M. **Daniel Chalonge**, présentée par M. Ch. Fabry.

Dans un précédent travail ([2]) on a étudié les modifications que provoquent, dans le spectre continu de la molécule d'hydrogène, des variations dans les conditions d'excitation. J'ai essayé, dans la présente étude, de mettre en parallèle ces divers états d'excitation avec les différents aspects du spectre secondaire, et d'établir ainsi un lien entre les changements que subissent simultanément le fond continu et certains systèmes de bandes.

Pour soumettre l'hydrogène à des excitations croissantes, je faisais diminuer la pression dans le tube à décharges sans toucher au circuit extérieur ([3]). J'ai pu observer ainsi les faits suivants :

1° Pour toutes les pressions considérées (de 100^{mm} à $0^{mm},03$ de mercure), les raies des systèmes de simplets qui ont comme niveau de base l'état $2p^1\Sigma$, conservent, comme il a déjà été signalé, des intensités relatives sensiblement constantes. Leur intensité absolue peut varier avec l'excitation, mais on peut, en imaginant, dans chaque cas, les intensités de toutes les radiations multipliées par un même facteur, admettre que l'intensité de cet ensemble de raies simples reste invariable. Tous les résultats qui suivent sont énoncés dans cette hypothèse.

2° Lorsque la pression décroît, l'intensité générale du système de triplets $3p^3\Pi - 2s^3\Sigma$ (bandes α ou bandes de Fulcher) reste d'abord à peu près constante, puis, au-dessous de $0^{mm},5$, diminue rapidement. De plus, la répartition des intensités entre les différentes bandes de ce système se modifie beaucoup. Aux fortes pressions, la transition $0 \rightarrow 0$, entre les deux états de vibration nulle, est la plus fréquente ; à 3^{mm}, les bandes $1 \rightarrow 1$ et $2 \rightarrow 2$ ont déjà pris une importance notable, et à $0^{mm},03$, les quatre bandes $0 \rightarrow 0$, $1 \rightarrow 1$, $2 \rightarrow 2$, $3 \rightarrow 3$ sont d'intensité comparable (légèrement décroissante dans l'ordre de leur énumération). Enfin les bandes $3 \rightarrow 2$ et $2 \rightarrow 1$ augmentent sensiblement d'intensité aux faibles pressions. Le système $4p^3\Pi - 2s^3\Sigma$ (bandes β) se modifie de façon analogue, mais la complexité du spectre

---

([1]) Séance du 16 juillet 1930.

([2]) Chalonge et Ny Tsi Zé, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 632.

([3]) Le tube employé était presque toujours à électrodes extérieures excité par ondes entretenues (voir Chalonge et Lambrey, *Revue d'Optique*, 8, 1929, p. 332).

secondaire rend l'étude de ce système plus difficile. Il résulte des observations précédentes que les faibles pressions ne favorisent pas seulement les états de simplets par rapport à ceux de triplets [1], mais, parmi ces derniers, favorisent les niveaux vibratoires élevés par rapport aux niveaux inférieurs.

3° L'intensité générale du fond continu décroît avec la pression et devient très faible à $0^{mm},03$. De plus, la forme de sa courbe d'énergie se modifie [2] : si l'on trace, pour chaque pression, la courbe représentant en fonction de la longueur d'onde [3], la variation du rapport de l'intensité actuelle d'une radiation à son intensité lorsque la pression a la valeur maximum, 100^{mm}, on obtient, pour 100^{mm}, une parallèle à l'axe des abscisses; puis, la pression décroissant, la courbe reste confondue avec une horizontale, sauf au voisinage de 2600 Å où elle présente un léger maximum. Plus la pression baisse, plus ce maximum devient important; il s'élargit et se déplace vers les grandes longueurs d'onde. Enfin, aux plus basses pressions considérées ($0^{mm},03$), la courbe monte régulièrement depuis 2500 Å jusqu'à la limite où s'arrêtent mes mesures photométriques (4400 Å) [4].

On peut essayer de relier ces diverses observations de la façon suivante :

Il est vraisemblable qu'aux fortes pressions, l'excitation étant faible, la proportion des molécules portées au niveau $2s^3\Sigma$ est maximum, étant donné qu'il est plus voisin de l'état fondamental $1s^1\Sigma$ que les autres niveaux de simplets ou de triplets (exception faite du niveau $2p^1\Sigma$ qui ne donne naissance qu'à des bandes situées dans la région de Schumann); et que, lorsque la pression décroît, cette proportion diminue tandis que celle des molécules portées aux niveaux supérieurs augmente. Comme le spectre continu est dû, d'après Winans et Stueckelberg [5], aux transitions entre cet état $2s^3\Sigma$ et l'état instable $1s^3\Sigma$, il résulterait bien de là que l'intensité du spectre continu doit aller en décroissant avec la pression, pour une même intensité générale du spectre secondaire. Mais, de plus, il semble que l'importance

---

(1) Fait signalé par plusieurs auteurs : Smith et Brasefield, *Proc. Nat. Acad.*, 12, 1926, p. 443; Herzberg, *Ann. der Phys.*, 84, 1927, p. 865.

(2) Chalonge et Ny Tsi Zé, *loc. cit.*

(3) L'étude a été faite entre 2400 et 4400 Å.

(4) L'étude de cette dernière déformation (augmentation relative du visible et du proche ultraviolet) est rendue difficile par la présence des raies. Cette observation est à rapprocher de celle faite par Brasefield (*Phys. Rev.*, 33, 1929, p. 925) d'un spectre continu particulier aux basses pressions et qu'il attribue à H_2^+.

(5) Winans et Stueckelberg, *Proc. Nat. Acad.*, 14, 1928, p. 867.

relative croissante que prennent successivement les états de vibration 1, 2, 3, 4 du niveau électronique $2s^3\Sigma$ lorsque la pression diminue, doit provoquer, d'après la théorie de Winans et Stueckelberg, des déformations de la courbe d'énergie analogues à celles qui ont été constatées (¹).

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Recherche de la variation thermique du pouvoir rotatoire magnétique spécifique dans les cas du nitrate de cérium et du chlorure de nickel.* Note (²) de M. **H. Ollivier**, transmise par M. Pierre Weiss.

Continuant des recherches (³) sur les lois de variation thermique des rotations magnétiques, j'ai pu étudier notamment le nitrate de cérium et le chlorure de nickel. On sait qu'en général les sels de cérium sont paramagnétiques et de pouvoir rotatoire magnétique négatif, tandis que les sels de nickel sont paramagnétiques et donnent des rotations positives. J'indique ci-après les premiers résultats obtenus, entre 0° et 70° ou 90°, en utilisant la lumière verte du mercure (arc Cotton suivi de filtres, ou pièce oculaire munie d'un séparateur de radiations, à prismes). Toutes les mesures ont été recommencées par Mlle J. Pernet, qui a étudié aussi des corps purs et des mélanges auxquels la loi d'additivité s'applique à moins de 1 pour 100 près.

Le nitrate de cérium $Ce(NO^3)^3 6H^2O$ pur a servi à préparer une solution aqueuse renfermant masses égales de sel anhydre et d'eau. Cette solution, incolore, ne semblant contenir aucune autre terre rare, est dense et de dilatation régulière (densité à 0° : 1,6337; à 61°,1 : 1,5822). Les rotations magnétiques qu'elle produit sont négatives, relativement grandes et rapidement variables avec la température.

A la température centésimale t, soient θ la rotation magnétique pour une différence de potentiel magnétique fixe (invariable à quelques dix-millièmes près) entre les deux bouts du tube polarimétrique, la correction due aux glaces étant faite; d la densité de la solution; $r=\frac{\theta}{d}$, rapport de la rotation à la densité; r_{eau} le rapport analogue mesuré pour le même champ avec le même tube plein d'eau.

(¹) Les observations faites dans ce travail et les explications qui en sont proposées ne s'accordent pas toutes avec la modification de la théorie de Winans et Stueckelberg que vient de proposer Finkelnburg (*Zts. f. Phys.*, 62, 1930, p. 624).

(²) Séance du 16 juillet 1930.

(³) H. Ollivier, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1001; *Bull. Soc. franç. Phys.*, n° **282**, 1929, p. 127 S.

Le tableau ci-dessous (extrait) donne trois des valeurs obtenues pour θ :

Température	0°.	30°,0.	70°,0.
θ	$-1459'$	$-1260'$	$-1048'$
r	-893	-784	$-665,5$
r_{eau}	$+554,6$	$+555,4$	$+557,3$

Ni θ, ni r, ni leurs inverses ne varient linéairement en fonction de t. Mais si, utilisant cinq déterminations expérimentales pour lesquelles la précision relative de 1 à 1,5 pour 1000 semble avoir été obtenue, on calcule, d'après la formule (*Comptes rendus*, 186, p. 1002) qui exprime la loi d'additivité, la rotation magnétique γ due à 1^g de sel anhydre, on trouve que $1:\gamma$ varie linéairement en fonction de t :

$$\gamma(t+292,1) = -17090.$$

Le rapport de γ au champ joue ici le rôle que la susceptibilité massique χ joue dans l'étude du magnétisme. L'équation précédente présente la plus étroite analogie avec l'équation $\chi(T-\Theta) = C$ qui exprime la *loi de Weiss*. On retrouve ici l'équivalent du *point de Curie* Θ, à $-19°,1$ absolus.

Si l'on recommence le calcul, en admettant qu'une erreur relative de l'ordre de 10 pour 100 aurait pu être commise dans l'évaluation de la masse de l'eau qui accompagne le sel, la conclusion n'est pas changée; la loi linéaire subsiste; le point de Curie est seulement déplacé d'environ 2°.

Ce résultat est d'accord : d'une part, avec les résultats obtenus antérieurement par M. J. Becquerel (*loc. cit.*) dans le cas de cristaux (xénotime, tysonite) qui renferment des terres rares paramagnétiques; d'autre part, avec le résultat des mesures magnétiques de Cabrera, qui trouve pour le sulfate de cérium anhydre un point de Curie à $-12°,36$ abs.

Ces recherches seront étendues et leurs résultats comparés avec ceux des théories de Becquerel, Lorentz, Siertsema, Darwin, de Mallemann (*loc. cit.*), Ladenburg (*loc. cit.*).

Tout différent est le cas du chlorure de nickel. L'étude magnétique de ce sel (Foëx, *loc. cit*; Cabrera et Dupérier) montre qu'il suit la loi de Curie. Des solutions dosées de ce corps, dans l'eau et dans l'alcool méthylique [1], ont été étudiées : les rotations magnétiques θ sont positives et plus grandes que celles du solvant. Le rapport r ne dépend pas de t ou ne varie en fonction

---

[1] Le chlorure de nickel anhydre ne se dissout que très lentement dans l'alcool méthylique; la solution obtenue est beaucoup plus jaune que la solution aqueuse.

de t que très lentement. Exemples : $r = +585',0$ pour la solution aqueuse de titre 0,050, quand l'eau donne 555'; r reste constant à moins d'un millième près de 0° à 70°; $r = +550',5$ (très constant) pour la solution du chlorure anhydre dans l'alcool méthylique de titre 0,064; pour cette solution, à 5°C., la rotation θ est de 480',0 quand celle de l'alcool méthylique est 407',5.

Quand la température s'élève, r croît légèrement dans le cas de l'eau et décroît dans le cas de l'alcool méthylique (le coefficient de variation est voisin du dixième du coefficient de dilatation des gaz, mais la variation n'est pas linéaire). Il en résulte que, calculé pour le chlorure anhydre $NiCl^2$, γ décroît légèrement s'il s'agit d'une solution aqueuse et croît, au contraire, s'il s'agit d'une solution dans l'alcool méthylique. La loi de Curie n'est donc aucunement suivie dans ce cas, qui fait avec celui du nitrate de cérium le contraste le plus marqué.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la détermination de la période du radium* C′ *par la méthode de Jacobsen. Expériences avec le thorium* C′. Note de M. **F. Joliot**, présentée par M. Jean Perrin.

La vie moyenne du radium C′, trop brève pour être déterminée par la mesure directe de sa décroissance, a été tout d'abord calculée en extrapolant la loi de Geiger et Nuttall. On trouva ainsi 10^{-8} seconde environ. Jacobsen [1] entreprit la détermination de la période à l'aide d'une méthode dont le principe très ingénieux est le suivant : L'atome de radium C en se désintégrant émet un rayon β et se transforme en un atome de radium C′ qui, dans le vide, est lancé par recul en sens inverse du rayon β avec une vitesse que l'on calcule en écrivant l'égalité des quantités de mouvements de l'électron et de l'atome. Un canaliseur définit un faisceau étroit d'atomes de RaC′ et l'on observe par la méthode des scintillations leur désintégration au cours du recul, suivant une direction perpendiculaire au faisceau. La distance séparant la source active de la zone d'observation est proportionnelle au temps écoulé entre la naissance de l'atome de RaC′ et sa destruction. D'après la loi des transformations radioactives, le nombre des scintillations observées devrait décroître exponentiellement en fonction de la distance. Jacobsen trouve un résultat plus complexe : la courbe du

(1) Jacobsen, *Thèse Copenhague*, 1928; *Nature*, 120, 1927, p. 874.

nombre des scintillations en fonction de la distance présente un maximum. Il donne une interprétation très séduisante de ce fait inattendu. La désintégration α de probabilité λ_α est précédée de l'émission du rayonnement γ qui s'effectuerait avec une probabilité λ_γ comme s'il s'agissait d'une désintégration α ou β. Le calcul du nombre de rayons α émis au temps t dans ces conditions, qui sont celles du problème des deux corps, montre que la courbe précédente peut avoir un maximum.

L'auteur trouve en outre la période du RaC′ très supérieure à celle déduite de la loi de Gerger et Nuttall. Ces recherches furent reprises et confirmées quant au dernier résultat ci-dessus par Barton [1] avec un appareil ne permettant pas l'étude de la région au maximum.

L'expérience est difficile et bien qu'elle fût discutée avec un soin extrême, l'importance de son résultat est telle qu'il semblait utile de la reprendre.

J'ai employé un appareil dans lequel la source de petite dimension était fixée à l'extrémité d'une tige éloignée des parois. On la déplaçait suivant l'axe d'un diaphragme circulaire sous lequel était placé un canaliseur plat à angle droit du faisceau de rayons de recul. Une glace portant du ZnS était fixée à l'extrémité de ce canaliseur. Un volet plat pouvait couvrir le diaphragme et permettait ainsi la mesure, au cours de l'expérience de la contamination. L'ensemble était fixé sur une pompe moléculaire, système Holweck, avec laquelle on établissait dans l'appareil une pression de quelques centièmes de baryes mesurées au manomètre absolu. Les sources de radium C employées furent préparées de deux façons : *a*. dissolution du dépôt actif du Ra dans ClH chaud suivie d'une électrolyse sur platine (Barton) ou d'un dépôt sur nickel. Le RaC déposé est distillé [2] sur le support de source en aluminium ou en nickel poli ; *b*. on dissout dans ClH à chaud une forte quantité de dépôt actif (300 millicuries) et l'on y plonge pendant 15 secondes environ une rondelle de nickel parfaitement poli. Les sources ainsi préparées (1 à 3 millicuries) étaient inaltérées et contenaient moins de 1 pour 100 de RaB.

En tenant compte de la contamination par le RaC et en répétant les mesures plusieurs fois pour chaque distance *en raison des fortes fluctuations observées*, la précision de mes expériences est suffisante pour montrer que la courbe du nombre de scintillations observées entre 5,5 et 45^{mm} *ne présente pas de maximum*. La période du RaC′ moyenne de dix expériences est $(3 \pm 1,5)10^{-6}$ sec,

(1) BARTON, *Phil. Mag.*, 3, 1926, p. 1273.
(2) E. RONA et W. SCHMIDT, *Wien Ber.*, 137, 1928, p. 103.

en prenant pour vitesse des atomes de recul 4×10^5 cm/sec (Barton). J'ai recherché la cause de la divergence entre nos résultats. A cet effet, j'ai introduit dans l'appareil un tube de 6^{mm} de diamètre dans lequel la source pouvait se déplacer. La courbe que j'ai alors obtenue présente un maximum et le nombre des scintillations observées est plus grand (2 à 4 fois). Ces faits s'interprètent en remarquant que les atomes de recul qui se réfléchissent contre les parois internes du tube peuvent pénétrer dans la zone d'observation et augmenter ainsi le nombre des scintillations. Le maximum tient à ce que lorsque la source est à l'extrémité du tube, l'influence de la réflexion est nulle, lorsqu'elle s'élève l'influence de ce phénomène augmente jusqu'à ce que les réflexions multiples devenant trop nombreuses les atomes ne puissent plus sortir du tube, la décroissance est alors exponentielle. Je m'explique ainsi, la présence du maximum dans les courbes obtenues par Jacobsen lorsqu'il emploie son appareil à canaliseur tubulaire (*Thèse*, *fig.* 21, p. 76). J'ai répété ces expériences en employant des sources de ThC de 0,5 à 2^{ms}. Je n'ai observé aucun phénomène autre que la contamination pour des distances comprises entre 5,5 et 45^{mm}. A des distances moindres, on observe la réflexion des rayons α obliques sur les parois du canaliseur d'observation. Ce phénomène qui a lieu aussi avec le RaC est limité dans notre appareil à une petite distance (3^{mm},5) du canaliseur. Le résultat négatif de l'expérience avec le ThC′ montre que sa période est très inférieure à 10^{-6} sec.

En résumé, mes expériences avec le RaC′ et le ThC′ ne font apparaître aucun intervalle de temps appréciable entre le départ de l'électron nucléaire accompagné du recul correspondant et l'émission du quantum γ.

TECHNIQUE DES GAZ. — *Sur l'obtention d'hydrogène très pur et en quantités notables à l'aide d'un osmorégulateur électrolytique à palladium.* Note [1] de M. **Horia Hulubei**, présentée par M. Jean Perrin.

Ayant à préparer, pour mes travaux, de l'hydrogène tout à fait pur et en quantités notables, je suis arrivé à une méthode simple et pratique qui, à ma connaissance, n'a pas encore été employée. J'ai mis à profit les propriétés, depuis longtemps connues, du palladium, d'absorber des quantités considérables d'hydrogène et de se laisser traverser facilement par ce gaz.

---

[1] Séance du 16 juillet 1930.

Malgré le grand nombre de travaux sur les pressions d'équilibre du système palladium-hydrogène, sur les vitesses de diffusion en fonction de la pression et de la température, sur les propriétés magnétiques du système, son analyse par les rayons X, etc., on ne peut se rendre compte, d'une manière précise, de l'ensemble du phénomène, les résultats et les conclusions étant le plus souvent contradictoires. D'après les travaux de A. Holt, E. C. Edgar et J. B. Firth (¹) il paraît très probable que l'occlusion de l'hydrogène dans le palladium commence par une adsorption rapide à la surface du métal, donnant naissance à une couche à grande pression d'équilibre, et dont le gaz peut être très facilement enlevé dans le vide, adsorption suivie d'une diffusion plus lente vers l'intérieur du métal, la distribution de l'hydrogène y étant sans doute non homogène, au moins pour les premiers temps de l'occlusion.

Ces assertions paraissent être en accord avec mes expériences. On sait qu'on peut emprisonner dans un volume donné de palladium des quantités énormes d'hydrogène par la méthode de l'électrolyse. Il faut admettre que le gaz diffuse à l'intérieur du métal. On pouvait donc espérer pouvoir introduire de l'hydrogène dans une enceinte, en faisant absorber préalablement ce gaz, par électrolyse, dans la masse d'un osmorégulateur en palladium en communication avec cette enceinte où régnerait une pression partielle en hydrogène nulle ou très petite. En effet, je trouve que, quelque temps après le commencement de l'électrolyse, de l'hydrogène diffuse dans l'espace vide. A la température ordinaire, la quantité dégagée est très petite. Très probablement le gaz diffuse à travers la paroi du tube jusqu'à sa surface intérieure où il s'agglomère, en partie, en une couche assez peu stable à la chaleur, retenue par les forces de surface, couche certainement en équilibre avec le gaz occlus dans la masse du métal.

Les expériences m'ont montré que si l'on chauffe légèrement le tube on peut faire pénétrer, très facilement, à l'intérieur de l'enceinte, une quantité considérable de l'hydrogène ainsi occlus dans l'osmorégulateur et répartie vraisemblablement dans sa masse comme nous venons de le dire. L'approche d'une toute petite flamme suffit pour que ce dégagement ait lieu. Si l'on chauffe un peu plus le tube, par contact direct avec la flamme, on voit qu'une partie de l'hydrogène occlus, au moins celui formant la couche adsorbée à

(¹) A. Holt, E. C. Edgar et J. B. Firth, *Die Sorption von Wasserstoff durch Palladiumblech* (*Zts. f. Phys. Chemie*, **82**, 1913, p. 513-540).

l'extérieur, brûle, tandis que des quantités, encore plus grandes, d'hydrogène pénètrent dans l'enceinte.

Voici quelques détails :

J'ai employé un osmorégulateur, type courant, à parois ayant une épaisseur de $0^{mm},1$. J'ai fait l'électrolyse dans une solution d'acide phosphorique avec un courant variant entre 5 et 20 milliampères. L'anode (en platine) était disposée de telle manière que le champ électrique ait à peu près la même valeur autour du tube et cela pour éviter une déformation trop grande de l'osmorégulateur pendant l'électrolyse. Une fois l'électrolyse faite, on chauffe légèrement le tube en palladium. L'hydrogène se dégage presque instantanément. Je suis arrivé, par ce procédé, à introduire avec facilité, d'un seul coup, un volume d'hydrogène, rapporté aux conditions normales, 170 fois plus grand que celui de l'osmorégulateur, et cela quand j'avais déjà dans le vase une pression de 200^{mm} d'hydrogène, ce qui augmentait de 96^{mm} la pression dans l'espace employé.

En répétant plusieurs fois cette opération, j'ai introduit aisément de l'hydrogène très pur jusqu'à une pression de 500^{mm}. On peut certainement aller plus loin encore.

On n'a aucun avantage à chauffer plus fort. Non seulement on n'augmente pas la quantité dégagée, mais une partie notable d'hydrogène est réabsorbée et, si l'on chauffe vers le rouge sombre, le gaz diffuse très rapidement vers l'extérieur.

Il ne faut pas non plus dégazéifier complètement l'osmorégulateur, par un chauffage plus prolongé, même modéré, car on risque d'une part une réabsorption de l'hydrogène et d'autre part de déformer trop le tube, par suite des contractions subies par le métal quand on dégage le gaz qu'on y a occlus.

Il reste à déterminer les conditions optima d'épaisseur des parois et de surface du tube pour obtenir le meilleur résultat.

La technique du vide à employer, pour préparer, au préalable, l'espace où l'on doit recueillir l'hydrogène, est beaucoup facilitée et rendue plus efficace si l'on se sert de la méthode décrite dans cette Note. A ce point de vue aussi je lui vois des avantages non négligeables, dans un grand nombre de cas, sur les autres méthodes connues.

Un osmorégulateur en palladium, soudé sur l'installation à vide, permettra donc d'introduire dans une enceinte *de très petites* quantités d'hydrogène pur, si on le chauffe, comme on le sait, avec une petite flamme d'alcool, et des quantités *considérables* dans des conditions parfaites de pureté, et cela très simplement, par la méthode plus haut décrite.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la solubilisation de quelques sels métalliques de l'acide camphocarbonique dans les dissolvants organiques.* Note [1] de M. **Picon**, présentée par M. A. Béhal.

Les sels métalliques de l'acide camphocarbonique qui ont été utilisés pour les recherches mentionnées dans cette Note ont été préparés par double décomposition, puis desséchés aussi parfaitement que possible, jusqu'à poids constant, dans des dessiccateurs en présence d'anhydride phosphorique avec le vide fourni par une pompe à vapeur de mercure donnant une pression d'environ 1^{mm} de mercure.

Tous les sels obtenus ainsi sont anhydres. Nous avons déterminé la solubilité des camphocarbonates de sodium, magnésium, calcium, zinc, manganèse, néodyme, cérium, bismuth, plomb et uranyle dans les dissolvants organiques suivants : alcools méthylique et éthylique, éther, acétone, éther acétique, benzine, chloroforme, tétrachlorure et sulfure de carbone, pétrole, éther de pétrole et huile d'olive.

Les camphocarbonates de néodyme, de cérium, de bismuth et d'or se dissolvent dans presque tous les liquides que nous venons de mentionner et les solutions s'effectuent souvent à des concentrations importantes; elles se forment ainsi en toutes proportions avec le chloroforme, le tétrachlorure et le sulfure de carbone. Dans l'huile d'olive, la solubilité des sels de néodyme et de cérium est très faible. Pour le dérivé bismuthique, elle dépasse 500^{g} par litre. Par contre dans le cas de l'or le produit se réduit totalement.

Le sel d'uranyle se dissout en forte proportion dans les alcools méthylique et éthylique, l'acétone, l'éther acétique, la benzine et le chloroforme, mais très faiblement dans les autres liquides.

Les autres camphocarbonates sont insolubles dans les dissolvants organiques et nons avons étudié sur eux l'action de la benzine bouillante.

En fait, les sels de sodium, magnésium et manganèse ne sont aucunement transformés par ce traitement et ne se dissolvent que dans les alcools et, pour le premier aussi, dans le chloroforme.

Pour les autres sels neutres on peut, par contre, observer une solubilisation remarquable.

Le camphocarbonate de cuivre qui contient une molécule d'eau, si le vide

---

(1) Séance du 7 juillet 1930.

en présence du déshydratant est fourni par la trompe à eau, devient anhydre dans le vide de la pompe à vapeur de mercure après un séjour de plusieurs mois jusqu'à poids sensiblement constant (variations entre deux pesées espacées de huit jours inférieures à $\frac{1}{10000}$). Ce sel ne se dissout alors qu'incomplètement dans les dissolvants organiques froids; mais, porté quelques minutes dans la benzine à l'ébullition, il donne une solution bleue puis verte extrêmement concentrée possédant la consistance sirupeuse.

Après ce traitement à la benzine, le sel a été totalement privé de ce dissolvant par présence jusqu'à poids constant dans des dessiccateurs contenant du charbon actif desséché à 400°, de l'anhydride phosphorique et dans le vide de la pompe à vapeur de mercure. Le corps isolé ainsi possède toujours la composition du sel neutre anhydre, mais il est devenu complètement soluble dans tous les dissolvants organiques indiqués plus haut et en petite quantité dans l'huile d'olive (19^g,4 par litre).

De même les sels neutres de calcium, de zinc et de plomb anhydres, desséchés dans le vide en présence d'anhydride phosphorique, sont insolubles dans les dissolvants organiques. Si l'on utilise, avec le même desséchant, le vide de la trompe à vapeur de mercure, il ne part que des traces d'eau et la solubilité dans les dissolvants organiques n'est jamais que très incomplète et extrêmement faible. Par contre, après un traitement par la benzine bouillante analogue à celui indiqué pour le sel de cuivre, la solubilité devient souvent très importante bien que la composition centésimale des sels n'ait aucunement varié.

Le sel de calcium se dissout alors dans la proportion de 50 à 200^g par litre avec les dissolvants non oxygénés, mais il est dissocié par les liquides oxygénés. Le sel de zinc est encore plus soluble. Il donne avec presque tous les dissolvants des solutions sirupeuses dont la concentration dépasse 500^g par litre. L'huile en dissout 125^g. Le camphocarbonate de plomb devient aussi très nettement soluble et spécialement dans les éthers-oxydes et les éthers-sels; l'huile en dissout 45^g par litre.

Nous avons constaté, particulièrement avec le camphocarbonate de calcium, que la chaleur seule, employée entre 80 et 100°, ne peut remplacer la benzine bouillante. Cependant, la déshydratation effectuée dans le vide de la trompe à mercure où l'action combinée de la benzine froide et du vide commencent à solubiliser très faiblement le produit. Il nous paraît donc que ce changement de propriétés physiques doit être dû à l'élimination de traces d'eau adsorbées, qui sont remplacées par des traces de benzine au même état physique et modifiant considérablement les propriétés de surface

et de solubilité de ces composés sans changer leur constitution et leur formule.

En résumé, quelques camphocarbonates neutres anhydres préalablement desséchés dans le vide d'une pompe à vapeur de mercure en présence d'anhydride phosphorique et insolubles dans les dissolvants organiques deviennent, après traitement à la benzine bouillante, très fortement solubles dans les dissolvants organiques. Différentes expériences tendent à prouver que ce changement de propriété physique est dû à une différence d'état des surfaces, des traces d'eau adsorbées par le sel étant remplacées par des traces de benzine également adsorbées. Les sels de cuivre, calcium, zinc, plomb et le dicamphremercure se conduisent ainsi. Par contre, les camphocarbonates de néodyme, de cérium, d'uranyle, de bismuth et d'or sont solubles même avant l'action de la benzine.

La solubilité de différents sels métalliques dans les liquides organiques peut donc subir des variations extrêmement importantes par un traitement à la benzine bouillante.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hypobromite de potassium sur quelques amides α trisubstituées.* Note de M[lle] **M. Montagne** et M. **B. Casteran**, transmise par M. Delépine.

Dans la dégradation d'Hofmann des amides en amines primaires par un hypobromite alcalin, le produit immédiat de la transposition est un isocyanate :

$$R-CON\begin{matrix}\diagup Br\\ \diagdown Na\end{matrix} \rightarrow NaBr + R-N=C=O.$$

Hofmann (¹) établit ce fait en montrant que l'isobutyrylbromylamide, chauffée avec le carbonate de sodium sec, fournit l'éther isocyanique correspondant. Plus tard, Mauguin (²) mit nettement en évidence la formation d'isocyanate dans le dédoublement spontané des amides bromo-sodées, préalablement isolées. Mais dans les conditions ordinaires de la dégradation d'Hofmann l'isocyanate ne peut être isolé, il est immédiatement transformé en amine ou en urée. Cependant l'un de nous a montré (³) qu'une amide

(¹) Hofmann, *Ber. d. deut. Chem. Ges.*, 15, 1882, p. 756.

(²) Mauguin, *Annales de Chimie*, 8e série, 22, 1911, p. 301.

(³) M[lle] M. Montagne, *Annales de Chimie*, 10e série, 13, 1930, p. 122.

trisubstituée en α, la méthyléthylpropylacétamide, traitée par le brome et la potasse suivant les indications d'Hofmann ([1]) pour la préparation des amines primaires, ou bien par une solution d'hypobromite contenant 2^{mol} de potasse en excès, d'après Hoogewerf ([2]), fournit presque quantitativement l'isocyanate résultant de la transposition, doué d'une extrême stabilité vis-à-vis des alcalis.

Nous avons étendu cette réaction à plusieurs amides trisubstituées en α par des radicaux gras ou aromatiques : la diméthylpropylacétamide, l'éthyldibutylacétamide, la diéthylphénylacétamide et l'éthylphénylbenzylacétamide. Nous avons utilisé, pour effectuer la dégradation, la solution d'hypobromite de potassium d'Hoogewerf qui permet d'opérer rapidement et d'éviter les réactions secondaires dues au brome libre. Nous avons constaté que, dans la plupart des cas, une courte agitation de l'amide avec la quantité théorique du réactif suffit pour réaliser la transposition : l'isocyanate se sépare sous forme d'un liquide mobile qu'on extrait immédiatement à l'éther. Cependant avec l'éthylphénylbenzylacétamide la transformation est beaucoup plus lente : l'isocyanate forme une pâte avec l'amide et cette dernière échappe ainsi partiellement à la réaction; si l'on ajoute un peu de benzène dans le mélange soumis à l'agitation, l'isocyanate se dissout dans ce solvant et la dégradation de l'amide s'effectue alors assez rapidement; on arrête l'agitation lorsque le réactif est entièrement décoloré. Dans ces divers cas, les rendements en isocyanates sont excellents.

Ces isocyanates trisubstitués en α sont très stables aux alcalis et d'autant plus que leur poids moléculaire est plus élevé. Traités par l'acide chlorhydrique concentré, ils se transforment quantitativement en chlorhydrates des amines primaires correspondants :

$$\begin{matrix}R_1\\R_2\\R_3\end{matrix}\!\!>\!C-N=C=O+HCl+H^2O=CO^2+\begin{matrix}R_1\\R_2\\R_3\end{matrix}\!\!>\!C-NH^2.HCl.$$

L'action est très vive à froid avec le méthyl-2-carbimido-2-pentane; elle nécessite un contact prolongé pour les autres isocyanates que nous avons étudiés, on l'accélère notablement par un chauffage à reflux.

Le *méthyl-2-carbimido-2-pentane* $(C^3H^7)(CH^3)^2C-N=C=O$, obtenu à partir de la diméthylpropylacétamide, est un liquide mobile bouillant à 136-137°. Ses pro-

---

([1]) Hofmann, *loc. cit.*, p. 762.

([2]) Hoogewerf, *Rec. Trav. chim. des Pays-Bas*, 6, 1887, p. 386.

duits d'hydratation ont été décrits antérieurement (1). L'*éthyl-5-carbimido-5-nonane*, préparé à partir de l'éthyldibutylacétamide, fournit, par contact avec l'aniline, l'*(αα-éthyl butyl)-amyl-phénylurée* (F. 94°).

Le *phényl-3-carbimido-3-pentane* $(C^6H^5)(C^2H^5)^2C - N = C = O$ bout à 115° sous 13^{mm}. Agité avec l'ammoniaque concentrée il donne l'*(αα-phényléthyl)-propylurée* (F. 136°); avec l'aniline il fournit l'*(αα-phényléthyl)-propyl-phénylurée* (F. 197°). L'hydratation chlorhydrique permet d'obtenir le *phényl-3-amino-3-pentane*

$$(C^6H^5)(C^2H^5)^2 - C - NH^2,$$

bouillant à 108°,5-109° sous 17^{mm}. Picrate, aiguilles feutrées fondant à 166-167°; chloroaurate (F. 83°). Le phényl-3-carbimido-3-pentane réagit sur le phényl-3-amino-3-pentane pour donner la *di[(αα-phényléthyl)-propyl]-uréesymétrique* (F. 203°).

Le *diphényl-1-2-carbimido-2-butane* $(C^6H^5)(C^6H^5CH^2)(C^2H^5)C - N = C = O$ est un liquide visqueux bouillant à 187°,5 sous 17^{mm}; avec l'aniline il donne l'*(αα-phénylbenzyl)-propyl-phénylurée* (F. 179°). Avec HCl il fournit le *diphényl-1.2-amino-2-butane*, liquide très visqueux bouillant à 187° sous 18^{mm}, picrate (F. 162-163°). La *Di[(αα-phénylbenzyl)-propyl]-uréesymétrique* (F. 179°) s'obtient par contact de l'isocyanate avec l'amine.

En résumé, l'action de l'hypobromite de potassium sur les amides primaires trisubstituées en α par des groupements gras ou aromatiques les transpose en isocyanates avec un excellent rendement; ces isocyanates fournissent quantitativement les amines primaires de dégradation qui seraient difficiles à préparer par une autre voie. Par suite, la dégradation d'Hofmann qui, avec les amides en chaîne normale, se complique à partir de C^7 de réactions secondaires nuisibles s'applique parfaitement aux amides α trisubstituées, quel que soit leur poids moléculaire.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure géologique dans le centre du Cambodge occidental (Indochine).* Note (2) de M. **Jean Gubler**, présentée par M. Pierre Termier.

Au Cambodge central et dans toute la région située à l'ouest du Tonlé Sap et du Mékong, on connaît quatre séries sédimentaires séparées les unes des autres par des discordances importantes. Ce sont, de bas en haut : 1° une série d'âge indéterminé, de toute façon antépermienne et comprenant peut-être le Dévonien et le Carbonifère inférieur; 2° les calcaires à Fusulines du Permien; 3° des conglomérats appartenant, soit au Permien supé-

(1) Mlle Montagne, *loc. cit.*, p. 117-118.

(2) Séance du 16 juillet 1930.

rieur, soit au Trias; 4° les grès secondaires continentaux bien connus en Indochine et au Siam.

a. Les couches les plus anciennes sont fort variées : jaspes, radiolarites, brèches, grès, schistes et marnes, rarement des calcaires. Les roches siliceuses paraissent être les plus anciennes; les brèches à éléments anguleux empruntés à ces jaspes représenteraient l'assise transgressive de la série gréso-schisteuse. Les seules traces organiques sont de rares spicules d'éponges et des radiolaires mal conservés.

b. En discordance sur cette première série reposent, un peu partout, des calcaires à Fusulines permiens. Ces calcaires couvraient autrefois de grandes surfaces; l'érosion ne les a respectés, de-ci de-là, que sous la forme de buttes ou d'amas isolés. C'est seulement vers le Nord, dans la province de Battambang, que ces calcaires sont plus abondants. Ils y constituent des chaînons de phnoms. Leur faune est plus riche aussi que dans le Sud, on y trouve d'une façon constante et en abondance, *Verbeekina Verbeeki*; à côté de ce foraminifère, les spongiaires, les zoanthaires, les bryozoaires, les brachiopodes, les gastéropodes et les lamellibranches sont partout nombreux. Par contre, les céphalopodes et les trilobites y sont rares. Faune de mer peu profonde ayant vécu sur place et à proximité de la côte.

c. La troisième série (Permien supérieur ou Trias) est formée par des conglomérats dont les éléments ont été empruntés à tous les terrains sous-jacents et qui, indifféremment, reposent sur les calcaires permiens, sur des roches éruptives ou sur la série antépermienne.

d. La formation la plus récente est celle des grès continentaux rhétiens, ou peut-être plus jeunes encore. Ces grès secondaires couvrent d'énormes surfaces au Cambodge occidental, formant, soit des chaînes à crêtes rectilignes, soit d'immenses plateaux tabulaires comme ceux qui, dans l'Ouest, s'abaissent graduellement vers le golfe du Siam.

Plissements. — L'existence de ces quatre cycles sédimentaires est intimement liée au jeu des plis hercyniens qui affectent le pays; elles sont séparées par des paroxysmes plus ou moins violents.

a. La première phase de plissement est antépermienne. Elle a fortement redressé, parfois jusqu'à la verticale, les schistes, les grès, les roches siliceuses, tout ce cortège de strates que nous plaçons dans la série antépermienne. Dans la région des sources de la rivière de Pursat, où ce Paléozoïque ancien dirigé Est-Ouest affleure dans une déchirure dont les grès secondaires forment le cadre, les calcaires permiens reposent, toujours en discordance frappante, sur ce substratum ancien plissé.

b. Une seconde phase orogénique a fait rejouer le pays postérieurement au dépôt des calcaires à Fusulines du Permien dont les bancs sont plissés, parfois localement en plis aigus. En outre, des masses entières de ces calcaires ont basculé les unes par rapport aux autres.

c. Un dernier mouvement, très atténué, joua après le dépôt des conglomérats grossiers. De tous il est de beaucoup le moins important.

Depuis le dépôt des grès secondaires, aucun plissement d'ensemble n'a repris le Cambodge. Le pays n'a plus subi que des mouvements verticaux affectant son ensemble ou seulement de vastes compartiments. Ce sont des phénomènes de cet ordre qui ont incliné les entablements gréseux et réglé le jeu de l'érosion et des alluvions dans les plaines qui s'étendent de Battambang à la mer.

Venues éruptives. — Des éruptions acides et basiques ont traversé à plusieurs reprises l'édifice structural que je viens d'esquisser.

A la suite du premier cycle orogénique, des gabbros, des diabases et des diorites se sont introduits dans les terrains antépermiens.

Bien plus tard des rhyolites ont formé de vastes coulées, à l'ouest et au sud-ouest de Pursat, postérieures au dépôt des grès secondaires.

Quant au granite, qui, au sud-ouest de Pursat forme un massif important, son âge est plus difficile à préciser. Il est cependant partout en rapport avec les rhyolites dont il doit être le faciès de profondeur; de toute façon, ce granite est postérieur aux terrains antépermiens qu'il a métamorphisés.

Enfin des éruptions basaltiques assez récentes ont clos la série des venues éruptives au Cambodge. D'après leur disposition actuelle, ces basaltes ont coulé le long de vallées déjà existantes qu'ils ont comblées; aujourd'hui de nouveau, les rivières ont repris leur cours premier, travaillant et creusant les dépôts basaltiques jusqu'à leur ancien lit dont le substratum est formé par les grès secondaires ou par la série antépermienne.

L'histoire géologique du centre du Cambodge occidental peut donc se résumer ainsi : des dépôts d'âge inconnu, représentant peut-être une série dévono-carbonifère. ont été intensément plissés; ces mouvements, que nous assimilons au cycle hercynien, ont été suivis par des intrusions de gabbros et autres roches éruptives mélanocrates. Cette ébauche hercynienne fut alors pénéplainée et ce n'est qu'au Permien que la mer reprit possession de la région pour y déposer les calcaires à Fusulines.

Une deuxième phase orogénique plissa énergiquement ces calcaires rigides du Permien dont bientôt l'érosion s'empara pour former *in situ* des dépôts grossiers et des conglomérats qu'un dernier plissement posthume

affecta. C'est donc sur un relief accidenté que se sont accumulés les dépôts continentaux des grès secondaires.

Alors, dans ce pays désormais stabilisé, sont montés des granites et des rhyolites, vraisemblablement contemporains des rhyolites et des granites qui, au Siam et dans la presqu'île de Malacca, ont métamorphisé les terrains mésozoïques.

Enfin des basaltes récents ont envahi localement un relief préexistant que l'érosion actuelle n'a fait que reprendre.

GÉOLOGIE. — *Comparaison stratigraphique entre l'extrémité occidentale des zones bétique et pénibétique d'Andalousie et le Nord de l'arc rifain.* Note (¹) de MM. **A. Marin**, **M. Blumenthal** et **P. Fallot**, présentée par M. Pierre Termier.

Une excursion commune nous a montré dans le Rif marocain, au moins de Ceuta à l'Oued M'ter, parmi les divers éléments stratigraphiques révélés par nos confrères espagnols (²), *des faciès particuliers à la plus élevée des nappes bétiques* (Bétique de Malaga) et à la zone pénibétique qui la coiffe, en Andalousie.

Au gneiss marocain (estrato cristalino, Ceuta, Tigissen, etc.), font suite les phyllites bleu fumée, puis un complexe puissant de grauwackes et de quartzites, identiques aux assises similaires du Bétique. Au-dessus viennent des calcaires noirs (calizas alabeadas), visibles entre Ceuta et Benzú, et, 100^{km} au Sud-Est, dans les éperons de Buhamed et du Jemis de Beni Selman, puis des lentilles d'un calcaire rosé à Orthocères gothlandiens, découvert en Andalousie et qui se retrouve, ici, dans la même position, notamment au sud de Biutz.

Le Permo-Trias est identique aussi de part et d'autre. Il s'intercale entre le Paléozoïque plissé et le Jurassique, avec ici des suppressions locales. Le Mésozoïque débute sur le Permo-Trias par des dolomies sombres à patine obscure accompagnées vers Samsa (nord-ouest de Tetuan), de calcaires en plaquettes, avec : *Avicula contorta* Portl., *Leda complanata*.

(¹) Séance du 16 juillet 1930.

(²) E. Dupuy de Lôme et X. Milans del Bosch, *La Peninsula Norte Marroqui. Estudios relativos a la geologia de Marruecos* (*Bolet. Inst. geol. de España*, 42, 1917, *passim* avec une carte géologique au $\frac{1}{100000}$). Voir aussi *Livret-guide XIV*^e *Congrès intern. de Géol.*, Madrid, 1926, Exc. A_1, *passim*.

Goldf., *L. claviformis* Sow., *L.* cf. *Deffneri* Opp.; *Nucula Haussmanni* Roem., *Cardita aspera* Stopp., *C. austriaca* Hauer, *Anatina præcursor* Opp. (Quenst.), *A. amici* Stopp., *Arca* cf. *azzarolæ* Stopp., *Pecten* cf. *Janiriformis* Stopp. C'est un Rhétien analogue à celui de Lombardie, inconnu jusqu'ici dans le nord du Maroc, mais qui semble exister, d'après une trouvaille récente de l'un de nous (M. B.), vers Gaucin et Casares, solidaire du Bétique andalou.

Vers le haut, les dolomies passent à des calcaires en gros bancs clairs et stériles, auxquels font suite des calcaires en bancs plus minces. Au pied de la Kudia Tahar (sud de Tetuan), ce niveau rosé nous a fourni *Catulloceras insignisimilis* Braun. sp., *Catulloceras* ou *Tmetoceras* sp. et *Atractites Orsinii* Mgh., du Lias supérieur.

Sous le Flysch formant le pied nord du Dj. Musa, pointent des marno-calcaires rouges, passant vers le haut à des fausses brèches. *Pseudogrammoceras Cotteswoldiæ* Buckm., *Ps. fallaciosum* Buckm., *Lillia* gr. *de Tirolensis* ou *Lilli* Hauer, *Hammatoceras subinsigne* Opp., *Pleydellia aalensis* Ziet., *Phylloceras Nilssoni* Héb., *Lytoceras ophioneum* Ben., *Erycites baconicus* Prinz y révèlent le Toarcien, l'Aalénien et le Bajocien, sous un aspect connu en Andalousie. Les fausses brèches de la partie moyenne et supérieure ne nous ont livré que des débris de *Perisphinctes*, de *Neumayria* et de *Phylloceras*, qui indiquent néanmoins le Jurassique supérieur. On retrouve ces diverses formations pincées dans le synclinal du col de Jorjar (sud de Tetuan. M. Dupuy de Lôme (*loc. cit.*) a signalé au Dj. Musa des calcaires à *Aptychus* tithoniques. En outre on observe en divers points du front externe du massif jurassique (Ben Carritx, Xerafat) des calcaires noduleux verticaux en bancs assez minces, d'aspect tithonique, auxquels font suite des marno-calcaires généralement écrasés. Le Néocomien, déjà signalé au Dj. Musa par nos confrères espagnols, ne nous a fourni entre ce sommet et le Djebel Fahies qu'un *Phylloceras* cf. *serum* Opp. pyriteux, ainsi qu'*Aptychus seranonis* Coq., forme qui se trouve jusqu'à Tasaft 100^{km} plus au Sud. Au Crétacé blanc font suite des marno-calcaires rouges, analogues au Sénonien des zones sub- et pénibétique, mais jusqu'ici sans Rosalines. Plus constants que les précédents, ils se poursuivent depuis le col entre le Dj. Musa et le Dj. Fahies jusqu'à Beni Derkoul, soit au bord externe du massif jurassique, soit pincés dans les synclinaux et imbrications qui l'accidentent localement (sud de Tetuan).

Le Flysch éocène se trouve dans la même position de part et d'autre du détroit : *transgressif sur le Bétique de Malaga et le Paléozoïque marocain, il*

est pincé dans les replis du Jurassique marocain et prolonge à leur périphérie, comme à celle du Pénibétique, la large zone du Flysch andalou. De part et d'autre du détroit, sa transgression fait donc suite à une importante phase d'érosion, mais nulle part au Maroc on ne peut encore évaluer l'ampleur (plis ou charriages) des mouvements orogéniques antérieurs à son dépôt.

Les grès grossiers qui le terminent sont identiques à l'« Arenisca del Algibe » de la province de Cadix, oligocène et discordante pour M. Gavala, éocène et concordante pour l'un de nous (M. B.). Au Maroc, âge et discordance ne nous ont paru nulle part encore évidents, et les grès semblent avoir subi les mêmes déformations que le Flysch, aux disharmonies de plissement près.

Le Vindobonien horizontal est connu en deux points, entre Laucien et Tetuan, par les travaux de nos confrères espagnols. Nous avons trouvé un affleurement semblable, mais stérile à l'ouest de Malalien, sur le Paléozoïque.

Plusieurs auteurs admettaient théoriquement la continuité entre le Rif et la chaîne bétique. Hormis le fait que le Bétique de Malaga est très généralement accompagné de calcaires à Alvéolines, encore inconnus dans le nord du Rif, nos observations confirment ces vues et établissent donc objectivement l'existence d'analogies, et même d'identité, de part et d'autre du détroit, entre le Flysch andalou et celui des Andjeras, entre le Jurassique lié au Bétique ou Pénibétique, et le Jurassique de la chaîne calcaire du Rif et, surtout, entre le Paléozoïque du Bétique de Malaga, élément structural supérieur de l'édifice bétique, et le Paléozoïque rifain.

MÉTÉOROLOGIE. — *La variation diurne de la pluie à Paris.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Bigourdan.

La variation diurne de la pluie a été, jusqu'à présent, fort peu étudiée en France. Elle est intéressante au point de vue théorique et aussi pour la prévision du temps.

Cette Note a pour but d'exposer les principaux résultats de la discussion de vingt années d'observations faites à l'Observatoire de Montsouris de 1907 à 1926. Les données utilisées sont :

1° Le nombre de cas où il a plu à 3^h, 6^h, 9^h, ..., 24^h;
2° La durée de la pluie de 0^h à 3^h, de 3^h à 6^h, de 6^h à 9^h, ..., de 21^h à 24^h;

3° La hauteur d'eau recueillie;

4° Le nombre de cas où il a plu dans les mêmes intervalles de temps.

Des nombres de cas de pluie aux différentes heures on déduit immédiatement les probabilités de pluie correspondantes, qui sont indiquées dans le tableau suivant :

Probabilité de la pluie aux différentes heures (en millièmes).

	3h.	6h.	9h.	12h.	15h.	18h.	21h.	24h.	Moyennes.
Année	65	69	56	57	60	65	61	53	61
Octobre à mars	82	88	76	74	77	81	74	66	77
Avril à septembre	48	49	36	39	43	50	48	40	44
Vent W à N	81	81	52	56	49	51	49	42	58
» N à E	32	32	29	26	29	26	28	22	28
» E à S	41	45	44	43	57	70	65	59	53
» S à W	84	93	82	84	93	105	96	84	90

La variation diurne moyenne, hiver comme été, comporte donc, on le savait déjà, deux maxima et deux minima; mais, si l'on distingue les directions du vent, ce qui n'avait pas encore été fait, à notre connaissance, on s'aperçoit que cette double oscillation est une apparence due au mélange de deux types distincts de variation :

Les variations diurnes relatives aux vents de W à N et de N à E se ressemblent; elles sont caractérisées par une probabilité de pluie relativement élevée à 3h et 6h et basse le reste du temps, sans indication de maximum secondaire dans l'après-midi.

Pour les vents d'E à S et de S à W, on a des variations diurnes encore plus semblables l'une à l'autre et différant totalement des précédentes : la probabilité de pluie est forte entre midi et minuit et faible de minuit à midi, avec un maximum relatif très secondaire vers 6h.

La durée moyenne de la pluie dans chaque intervalle trihoraire étant proportionnelle à la probabilité moyenne de la pluie dans le même intervalle, l'étude de la durée ne fait que confirmer les résultats ci-dessus, nous n'en parlerons pas ici.

En divisant la hauteur d'eau recueillie par la durée de chute, on obtient l'intensité de la pluie. La variation diurne de cet élément n'a qu'un maximum et qu'un minimum et offre à peu près la même forme pour tous les vents.

D'autre part, en prenant le rapport de la durée par le nombre de cas de pluie, on a une mesure de la tendance de la pluie à persister. La variation

diurne de ce rapport est, elle aussi, une oscillation simple, quelle que soit la direction du vent. Elle est à peu près inverse de celle de l'intensité. Faute de place, nous ne pouvons donner, pour l'un et l'autre de ces éléments, que la variation moyenne annuelle :

	0h-3h.	3h-6h.	6h-9h.	9h-12h.	12h-15h.	15h-18h.	18h-21h.	21h-24h.
Intensité de la pluie en centièmes de millimètre à l'heure.								
Année	97	90	92	107	145	137	115	96
Degré de persistance de la pluie en centièmes d'heure par cas de pluie.								
Année	119	122	112	96	89	94	107	115
Hauteur de pluie, en millièmes du total des vingt-quatre heures.								
Année	108	113	112	112	155	165	132	103
Octobre à mars	120	122	126	117	137	143	123	112
Avril à septembre	96	104	96	106	174	188	143	93
Vents W à N	161	143	123	112	143	128	111	79
» N à E	95	110	106	109	145	158	133	144
» E à S	57	70	103	79	165	207	188	131
» S à W	91	105	107	119	161	179	135	103

Une fois connus, pour les huit intervalles trihoraires, la probabilité moyenne de la pluie, son intensité et son degré de persistance, on peut en déduire la proportion de pluie recueillie et la probabilité d'une chute de pluie dans chaque intervalle. Les variations diurnes de ces deux éléments ont, comme celle de la probabilité de la pluie aux diverses heures, une forme différente selon la direction du vent.

Ces résultats confirment que la variation diurne de la pluie est due à deux causes différentes : les courants de convection diurne et le refroidissement nocturne. Les premiers produisent les averses et varient comme l'intensité de la pluie. Le second, qui donne des précipitations plus durables, semble en rapport avec ce que nous avons appelé *degré de persistance* de la pluie. Suivant la direction du vent, l'une ou l'autre de ces deux causes prédomine.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Relation entre certaines composantes périodiques de l'activité solaire et de l'amplitude diurne de la déclinaison magnétique.* Note [1] de M. et Mme **H. Labrouste**, présentée par M. Ch. Maurain.

Les nombres de Wolf et Wolfer caractérisant l'activité des taches solaires présentent, de même que l'amplitude diurne de la déclinaison magnétique, un grand nombre de composantes périodiques qu'il est possible d'isoler par un procédé d'analyse dont le principe a été indiqué dans une précédente Note [2].

Nous nous bornerons à mentionner ici trois exemples montrant la relation entre ces deux phénomènes :

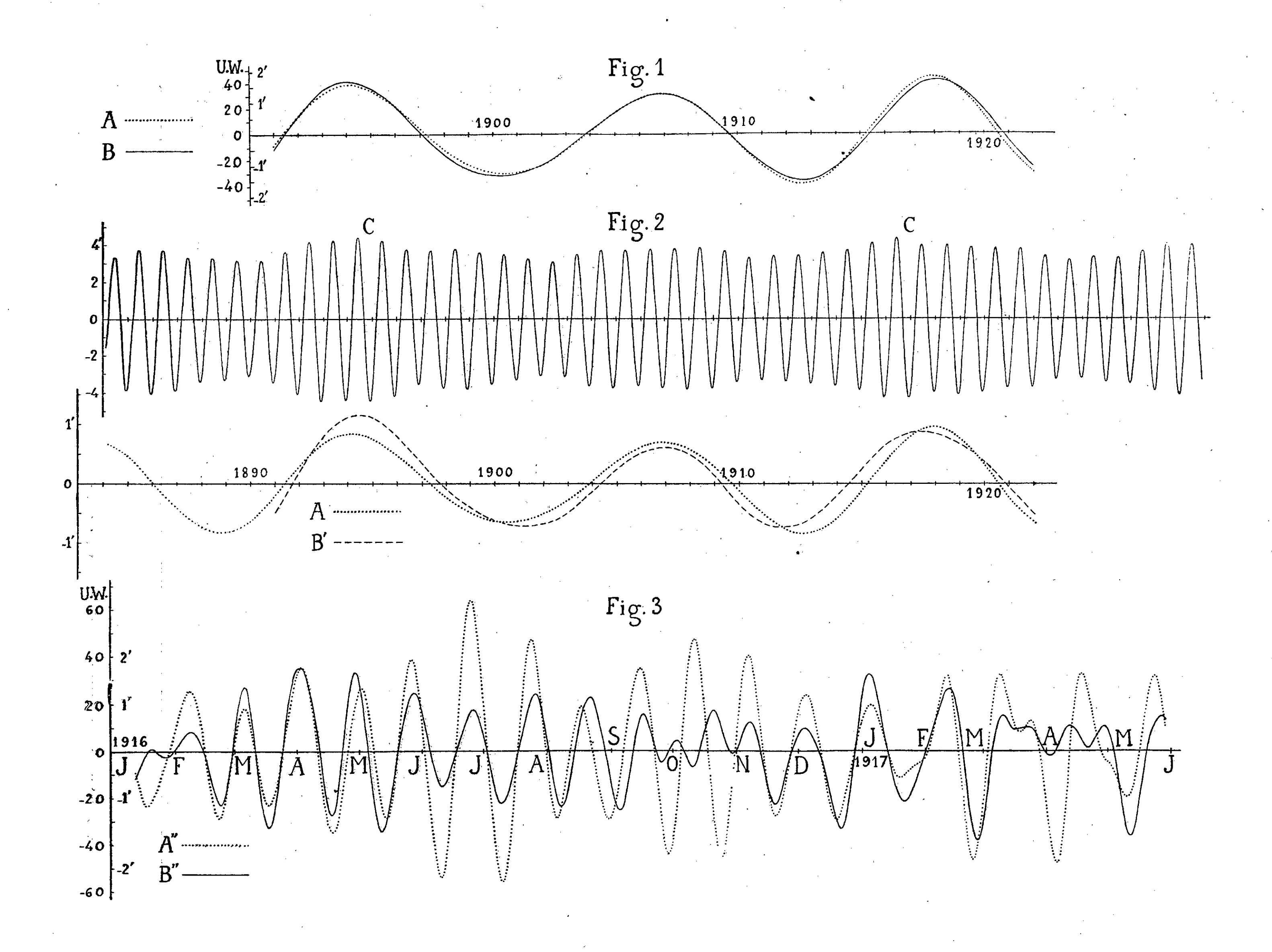
1° Il a été possible d'obtenir la période dite undécennale exempte de périodes étrangères par suppression des composantes de plus petite et de plus grande période qu'elle, aussi bien dans la courbe de l'activité solaire que dans celle de l'amplitude diurne de la déclinaison. Les deux courbes fournies par le calcul (A et B, *fig.* 1) ont été tracées à une échelle telle que leur amplitude soit la même dans la région centrale du graphique. On constate qu'elles se superposent presque parfaitement.

Cette circonstance permet d'établir une relation quantitative entre l'amplitude de la composante undécennale de l'activité solaire et celle de la même composante de la variation diurne de la déclinaison : nous avons trouvé qu'à 10 unités des nombres de Wolf et Wolfer correspond en moyenne, pour la station du Val-Joyeux, près de Paris, une variation de $0',41$.

2° On a également tracé la courbe représentant la composante annuelle de la variation diurne de la déclinaison, isolée des autres périodes (courbe C, *fig.* 2). On y remarque une fluctuation de l'amplitude qui a été portée suivant la courbe B′ (traits discontinus) et qui correspond d'une manière satisfaisante à la composante undécennale des taches solaires (courbe A).

3° Passant sous silence un certain nombre d'autres périodes, qui seront étudiées ultérieurement, nous signalerons encore une période de 27 jours (environ) nettement décelable à certaines époques, par exemple en 1916

(1) Séance du 7 juillet 1930.
(2) *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 259.


Fig. 1
A
B
U.W.
1900
1910
1920
Fig. 2
C
C
A
B'
1890
1900
1910
1920
Fig. 3
U.W.
1916
J F M A M J J A S O N D
1917
J F M A M J
A''
B''

et 1917. La figure 3 montre cette composante de l'activité solaire (courbe A″) et celle qui lui correspond dans la déclinaison (B″).

Ces exemples contribuent à préciser davantage certaines relations étroites entre les phénomènes solaires et le magnétisme terrestre.

PALÉONTOLOGIE. — *Note préliminaire sur la structure des coquilles de Gastropodes*. Note de M. **Couvreur**, présentée par M. L. Cayeux.

Les coquilles ou tests des Invertébrés sont des ségrégations minérales le plus souvent calcaires réalisées par des tissus spéciaux et dont la structure peut être extrêmement compliquée. Le maximum de complication paraît atteint chez les Mollusques et plus particulièrement chez les Gastropodes. Leurs coquilles ne sont que très imparfaitement connues par les très anciens travaux de Carpenter et les descriptions schématisées des paléontologistes classiques tels que Zittel, Fischer et F. Bernard. M. Cayeux a montré combien leur étude détaillée intéresse la pétrographie des roches sédimentaires et il a figuré plusieurs des aspects qu'elles présentent sous le nom de microstructure.

Il faut pour bien comprendre ce sujet examiner des coupes minces de coquilles actuelles ou fossiles faites suivant une orientation définie. Pour les Gastropodes les coupes orientées principales sont : la coupe transversale, c'est-à-dire perpendiculaire à la columelle, et axiale, c'est-à-dire passant par l'axe de cette columelle dans un azimut quelconque.

On voit alors que le test n'est pas toujours formé de trois couches (interne, moyenne, externe) comme le dit Zittel. Il y a tantôt moins, tantôt plus d'assises différentes. La disposition relative de ces assises correspond à l'*architecture* de la coquille. Ces assises sont formées à leur tour d'éléments anatomiques visibles seulement au microscope et dont la nature et l'agencement correspondent à la *microstructure* pour laquelle il faut définir des unités comparables aux unités histologiques des tissus mous.

Dans l'ensemble, le test est donc un tissu calcaire : l'élément minéral y est étroitement solidaire de la trame organique, et quand l'ensemble se fossilise on peut retrouver dans la matière transformée, dans la silice d'un silex, par exemple, maints détails anatomiques.

L'*architecture* du test des Gastropodes est soumise à quelques lois générales :

1° Les assises naissent et finissent les unes sur les autres ou les unes dans

les autres par des biseaux, et certaines assises comme l'assise interne sont toujours plus épaisses en des points définis de la section axiale.

2° Si dans la section axiale on suit une assise telle que l'assise externe, on voit que suivant les régions elle change notablement d'aspect, mais que jamais elle n'est formée des petits prismes, géométriquement disposés, qu'a décrits Zittel.

3° On peut suivre la même assise avec ses variations latérales progressives dans les parois des « tours » de la coquille jusque dans la columelle en passant par la région intermédiaire qui raccorde les tours et la columelle (ou septum).

4° La columelle, entièrement faite des mêmes matériaux que les tours, résulte de l'encapuchonnement d'assises nombreuses et variant régulièrement de sorte que son aspect en coupe est très compliqué. Elle présente toujours une série de courbes, s'encapuchonnant également, et qui séparent des territoires homologues ou *segments columellaires*. L'ensemble de ces courbes constitue la *suture* qu'on peut se représenter comme la *surface d'accolement d'assises identiques*. De part et d'autre de la suture les assises se répètent non pas symétriquement mais périodiquement et la suture sépare des assises *externes*.

5° Dans la profondeur de la columelle et jusque dans son axe même, on retrouve, par continuité, l'assise superficielle des tours, doublée par le mécanisme de l'enroulement.

6° Les notions d'assises interne, moyenne et externe doivent donc être profondément modifiées puisque ces mots perdent leur sens suivant les endroits du test qu'on examine.

7° Il est toujours possible de trouver dans une assise les diverses microstructures dont je définirai ultérieurement les types fondamentaux.

CHIMIE AGRICOLE. — *Nouvelles recherches biochimiques sur la terre.* Note (¹) de MM. **Alb. J. J. Vandevelde** et **Alfr. Verbelen.**

Les méthodes d'appréciation de la teneur de la terre en colloïdes ne manquent pas. Grandeau en 1884, Tacke en 1897, Baumann en 1899, Knop en 1872, Thaer en 1910, Fischer en 1914, Van der Leeden et Schneider en 1905, Hissink en 1920 ont déterminé le pouvoir d'absorption

(¹) Séance du 16 juillet 1930.

pour des solutions minérales. Le processus d'adsorption a été en partie expliqué par les travaux de Van Bemmelen qui a mis en lumière le rôle des particules minérales d'oxydes et de silicates, et en 1904 Suida montrait que les silicates possèdent la faculté d'adsorber certains colorants.

Depuis, les colorants d'aniline ont été maintes fois utilisés : Rohland en 1907, Leinigen en 1916, Dittler en 1909, Sjollema en 1905, Van der Leeden et Schneider en 1912, Stoklasa en 1926. Une mise au point de l'étude du complexe humus-silicates-oxydes se trouve dans le livre récent de ce dernier auteur ([1]).

Nous avons étudié les facultés d'adsorption de quatre échantillons de terre pour des solutions colloïdales organiques, une solution de peptone et le lait centrifugé, en comparaison avec des solutions de trois colorants d'aniline. Les terres étudiées présentaient respectivement une humidité de 2,66, 9,25, 4,51 et 3,98 pour 100, un résidu d'incinération sur sec, de 96,7, 94,1, 96,2 et 86,9 pour 100, un coefficient Sörensen pH de 7,21, 6,12, 6,69 et 6,46, une teneur en microbes de 91×10^7, 136×10^7, 118×10^7 et 73×10^7; ces terres étaient respectivement de la terre de jardin, de la terre sablonneuse de champ cultivé, de la terre argileuse de culture, de la terre de remblai.

1. Nous avons utilisé le bleu de méthylène, le violet de méthyle et le vert de méthyle; les solutions de colorants à 0,1 et à 0,2 pour 100 sont secouées avec 5^g de terre, dans des tubes gradués de 100^{cm^3}, à raison de 100^{cm^3} de solution, et après une nuit de repos, les solutions colorées surnageantes sont titrées colorimétriquement à l'aide des solutions primitivement employées. La différence donne la valeur adsorbante des terres pour les colorants étudiés. La terre la plus active n'est ni la plus riche en matières organiques, ni la plus acide ni la plus alcaline, ni la plus riche ni la plus pauvre en microbes; c'est la troisième de celles dont les propriétés sont indiquées ci-dessus. Les autres terres donnent des résultats variables dont il est difficile de tirer une conclusion. Le bleu de méthylène semble cependant donner des résultats plus réguliers que les deux autres. Les divergences observées expliquent le peu de succès des méthodes basées sur l'emploi des colorants; nous nous proposons d'étudier, pour une même terre, les variations de l'adsorption, après avoir fait varier le teneur en matières organiques, et après avoir ajusté à une réaction déterminée.

([1]) *Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens*, p. 140; Berlin, 1926.

2. La solution de peptone à 10 pour 100 a été d'abord ajustée à pH = 6,4. Comme pour les colorants, nous avons agité dans des éprouvettes bouchées et graduées de 100^{cm^3}, 10 et 20^g des diverses terres, avec 100^{cm^3} de solution. Le lendemain nous avons pipeté du liquide 10^{cm^3} que nous avons évaporés. L'extrait de 10^{cm^3} du liquide de contrôle était 1023^{mg}; les quantités adsorbées d'extrait étaient pour 10^g de chacune des terres $38^{mg},5$; $62^{mg},5$; $96^{mg},5$ et $64^{mg},3$, et pour 20^g, $66^{mg},6$; $91^{mg},4$; $100^{mg},7$ et $85^{mg},3$. Les résultats obtenus sont de l'ordre observé pour le bleu de méthylène au sujet de la troisième terre, mais ne concordent pas avec ceux qu'ont fourni les autres terres.

3. Nous avons, comme pour la solution de peptone, traité 10 et 20^g de chacune des quatre terres par 100^{cm^3} de lait centrifugé, et suivi la même technique. L'adsorption observée au cours de trois séries d'expériences est évaluée en milligrammes d'extrait, dans le petit tableau suivant :

		Terre 1.	Terre 2.	Terre 3.	Terre 4.
Première série	10^g de terre......	16,6	45,5	47,8	40,3
	20 »	65,6	31,1	91,4	57,4
Deuxième série	10 »	8,7	20,9	22,3	17,5
	20 »	18,2	16,2	38,5	17,5
Troisième série	10 »	24,6	36,5	38,9	26,5
	20 »	30,6	19,0	51,2	30,1

La troisième terre présente donc pour le lait centrifugé le pouvoir adsorbant le plus élevé; cette propriété n'est ni en rapport avec la teneur en matières organiques, ni avec l'acidité, ni avec la teneur en microbes. Mais il est intéressant de constater que le lait centrifugé conduit aux mêmes résultats que la solution de peptone et le bleu méthylène, pour attribuer le pouvoir adsorbant au même échantillon. De nouvelles recherches, longues d'ailleurs, qui sont en cours, permettront sans doute de dégager le rôle de chacun des facteurs susceptibles d'influencer l'adsorption, pour un état déterminé de division de la substance considérée. Les résultats numériques de nos expériences préliminaires, que nous résumons ici, seront publiés *in extenso* dans un autre recueil.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Recherches sur la relation entre la vitesse fonctionnelle et la chronaxie.* Note [1] de M. et M[me] **A. Chauchard**, transmise par M. Mangin.

Ranvier a établi que chez certains Vertébrés, Lapin, Raie, qui présentent des muscles striés de couleur différente, ces muscles répondent à l'excitation électrique par une secousse de durée brève pour les muscles pâles, longue pour les rouges, le temps perdu variant dans le même sens. Des excitations répétées suivant un même rythme, provoquent un tétanos parfait pour les muscles lents, imparfait pour les rapides. Ces muscles ont, en outre, une structure histologique différente [2].

Nous avons repris l'examen de ces faits à la lumière des notions introduites en physiologie par Lapicque. Une première série d'expériences réalisée sur les muscles du Lapin, jumeaux interne et externe, grand adducteur, muscles pâles à contraction rapide, soléaire et demi-tendineux, muscles rouges à contraction lente, nous avait montré que la chronaxie des muscles rouges est de deux à trois fois plus grande que celle des muscles blancs.

Au Laboratoire maritime de Saint-Servan, nos recherches ont porté sur les muscles de la nageoire de la Raie. Nous avons expérimenté sur des raies de petite et de moyenne taille appartenant à diverses espèces. Les animaux sont décérébrés ou anesthésiés par compression du cerveau, suivant la méthode que nous avons décrite dans une Note antérieure [3]. On les place dans une cuve à dissection contenant de l'eau de mer que l'on renouvelle constamment pour que la respiration reste normale. La peau de la face dorsale est excisée dans le sens transversal, de la colonne vertébrale au bord de la nageoire dont on découvre ainsi la musculature. Dans aucun des échantillons examinés, nous n'avons retrouvé la couleur rouge signalée par Ranvier pour certains de ces muscles, mais une coloration plutôt grisâtre. En outre, en les suivant sur tout leur trajet, nous avons observé dans leurs rapports respectifs une disposition particulière. Si l'on considère les muscles du tiers interne, les faisceaux grisâtres sont superficiels et reposent sur un plan musculaire plus pâle. Au tiers moyen, chacun

(1) Séance du 16 juillet 1930.
(2) *Archives de Physiologie normale et pathologique*, 2e série, **1**, 1874, p. 5 à 15.
(3) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1520.

d'entre eux se divise en deux, laissant apparaître dans leur écartement les muscles sous-jacents; au tiers externe, les deux catégories de faisceaux, de largeur à peu près égale, alternent sur le même plan, entre les arêtes cartilagineuses sur lesquelles ils s'insèrent latéralement. D'autre part, on dégage le tronc nerveux qui fournit des rameaux aux muscles de la nageoire.

Les ondes excitantes sont des ondes de décharge de condensateurs, les électrodes, des anses d'argent chloruré pour le muscle, un excitateur impolarisable pour le nerf. Au tiers externe de la nageoire où les deux sortes de muscles sont juxtaposés, il est facile de les exciter isolément. Au tiers interne, par contre, ils se recouvrent. Il est donc nécessaire, dès que l'excitabilité des faisceaux superficiels a été mesurée, de les sectionner et de les récliner de manière à pouvoir porter les électrodes sur les muscles profonds. Les minces faisceaux gris répondent sur toute leur longueur aux excitations par une contraction lente et graduelle, les muscles blancs par une secousse brusque et rapide comme l'avait vu Ranvier. La mesure de la chronaxie par excitation directe donne des valeurs plus petites pour les muscles à contraction rapide que pour les muscles à contraction lente. Exprimées en capacité chronaxique, elles sont, en moyenne, de 25 millièmes de microfarad pour les premiers, de 60 pour les seconds. Sur le tronc nerveux, on retrouve deux excitabilités de valeur identique à celles des muscles auxquels se distribuent les rameaux qui en émanent; il y a *isochronisme* complet entre les deux éléments : aux muscles rapides se rendent des filets nerveux à chronaxie courte, aux muscles lents des filets à grande chronaxie.

Chez les Invertébrés, il existe aussi des muscles de coloration et de structure dissemblables correspondant à une différence dans les propriétés physiologiques. Tel est le cas, chez les Mollusques du genre Pecten, de l'adducteur de la valve qui est constitué par deux muscles accolés : l'un, le plus volumineux, de forme cylindrique, est formé de fibres à grande vitesse de contraction; il sert au rapprochement rapide des valves dans les mouvements de progression de l'animal; l'autre, d'aspect nacré, de forme semilunaire, est constitué par des fibres à contraction lente dont la fonction est de maintenir rapprochées les valves de la coquille. Ces muscles, il est vrai, diffèrent plus profondément entre eux que les muscles de Vertébrés étudiés plus haut; dans ce cas, toutes les fibres sont striées, tandis que, chez le Pecten, les unes sont striées, les autres lisses. Néanmoins, en raison de leur différence de vitesse de contraction, il nous a paru légitime de signaler ici ce que nous avons observé au point de vue de leur chronaxie : alors que le muscle à contraction rapide présente une chronaxie inférieure au millième

de seconde, cette constante est voisine de la seconde pour le muscle à faible vitesse de contraction, un écart aussi grand s'expliquant par ce fait que les muscles lisses peuvent atteindre des valeurs de chronaxie beaucoup plus grandes que les muscles striés les plus lents.

Dans tous les cas que nous venons d'examiner s'applique exactement la loi de Lapicque suivant laquelle la chronaxie varie en raison inverse de la vitesse fonctionnelle. Nos expériences ayant porté sur des animaux appartenant à des groupes aussi éloignés que les Mammifères, les Poissons, les Mollusques, montrent la généralité de cette loi.

La méthode utilisée permet, comme nous l'avons déjà montré, de séparer sur un même nerf des valeurs d'excitabilité correspondant soit à des vitesses fonctionnelles différentes, soit même à des fonctions distinctes.

PHARMACODYNAMIE. — *Action physiologique comparée de l'aspidospermine et de la québrachine.* Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Charles Richet.

On sait, depuis les travaux de Fraude et de Hesse, que les écorces de l'*Aspidosperma Quebracho blanco*, Apocynacée de la République Argentine qui est utilisée en thérapeutique comme antidyspnéique et qui a été récemment l'objet d'un important travail de Leprestre [1], contient plusieurs alcaloïdes dont les deux plus importants, l'aspidospermine et la québrachine, ont pu être obtenus à l'état cristallisé.

On sait aussi, depuis les recherches de Fourneau et Page [2] et les nôtres [3], que la québrachine est identique à la yohimbine, alcaloïde extrait d'une Rubiacée Cinchonée de l'Afrique tropicale occidentale.

A en croire les auteurs qui les ont le plus récemment étudiés, et en particulier Cow [4], Dixon et Ransom [5], les alcaloïdes de l'*Aspidosperma Quebracho blanco* auraient tous une action physiologique semblable, tout au moins qualitativement.

Ayant pu extraire, d'écorces d'*Aspidosperma Quebracho blanco* détermi-

(1) L. Leprestre, *Le Quebracho blanco* (*Thèse doct. pharmacie*, Paris, 1928).

(2) Fourneau et Page, *Bulletin des Sc. pharmacol.*, 21, 1914, p. 7-16.

(3) Raymond-Hamet, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 142-144.

(4) D. Cow, *Journ. of Pharmacol.*, 5, 1914, p. 341-356.

(5) Dixon et Ransom, A. *in* Heffter, *Handb. d. exp. Pharmakol.*, 2, 1924, p. 737-744.

nées avec certitude, une quantité suffisante d'aspidospermine cristallisée et de chlorhydrate de québrachine également cristallisé, nous avons fait une étude pharmacologique de ces deux alcaloïdes et avons pu constater qu'ils agissaient très différemment l'un de l'autre.

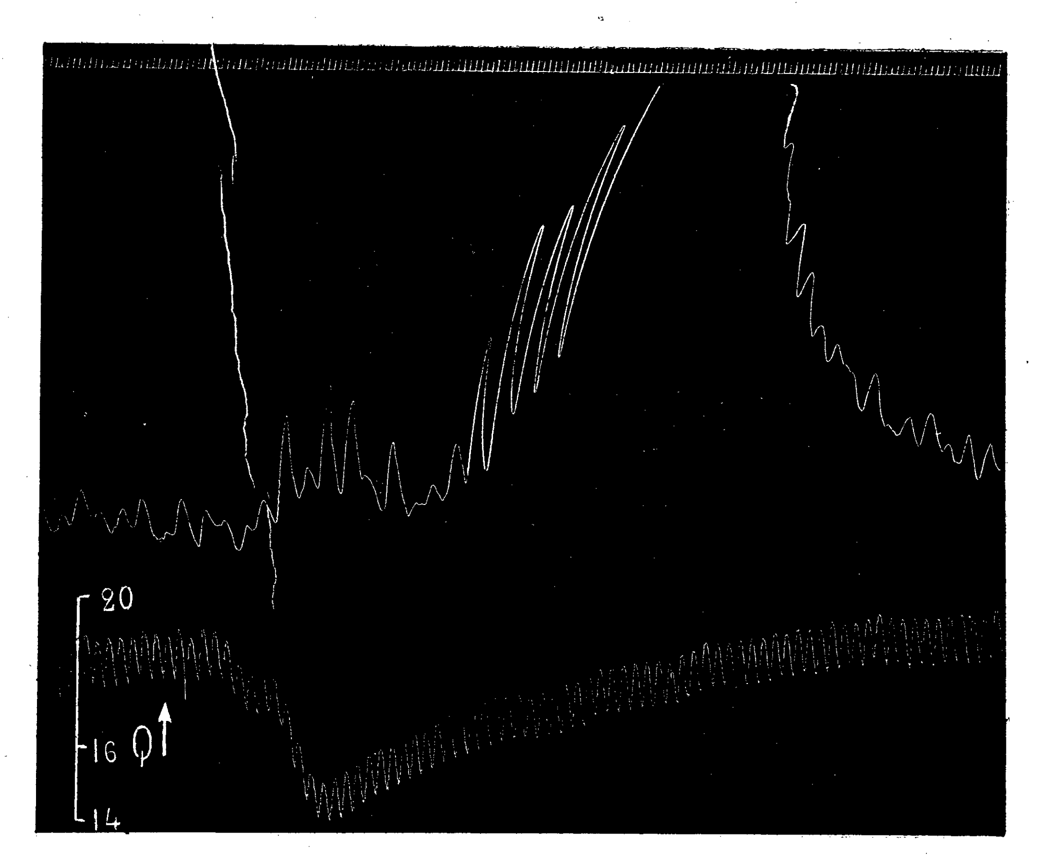


Fig. 1. — Expérience du 8 mai 1930. — Chienne de 24^{kg}, anesthésiée par le chloralose (12^{cg} par kilogramme), ayant ses vagues sectionnés au cou et soumise à la respiration artificielle. — Première ligne : temps en secondes. Deuxième ligne : contractions intestinales enregistrées par la méthod du ballon. Troisième ligne : variations de la pression carotidienne enregistrées par le manomètre à mercure. — En Q on injecte dans la saphène 6^{mg} de chlorhydrate de québrachine.

Alors qu'aux doses moyennes ($0,25$-1^{mg} par kilogramme) la québrachine provoque une augmentation du tonus et de l'amplitude des contractions intestinales, l'aspidospermine aux doses moyennes (5^{mg} par kilogramme) détermine une chute du tonus et une inhibition nette de ses contractions.

D'autre part, même aux doses léthales (11-13^{mg} par kilogramme en injection intraveineuse), la québrachine laisse subsister chez le chien l'excita-

bilité électrique du pneumogastrique cardiaque. Par contre les doses fortes d'aspidospermine suppriment totalement chez cet animal l'excitabilité électrique de ce pneumogastrique; elles diminuent aussi l'action de l'acétylcholine sur les terminaisons du vague cardiaque; enfin elles abolissent l'action cardiovasculaire des doses fortes de nicotine (1^{mg} par kilogramme de tartrate de nicotine).

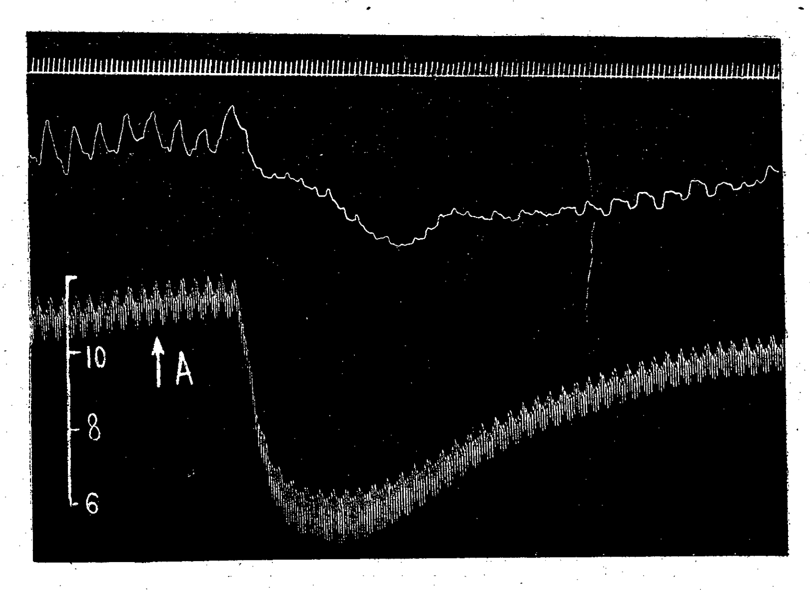


Fig. 2. — Expérience du 2 juin 1930. — Chien de 10^{kg}, anesthésié par le chloralose (12^{cg} par kilogramme), ayant ses pneumogastriques sectionnés au cou et soumis à la respiration artificielle. — Première ligne : temps en secondes. Deuxième ligne : contractions intestinales enregistrées par la méthode du ballon. Troisième ligne : variations de la pression carotidienne enregistrées par le manomètre à mercure. — En A injection dans la saphène de 50^{mg} d'aspidospermine en solution chlorhydrique. — Tracé en grandeur naturelle.

Enfin, alors que la québrachine inverse totalement l'action de l'adrénaline sur la pression carotidienne, l'aspidospermine, même aux doses léthales, se borne à diminuer l'action hypertensive et vasoconstrictive rénale de l'adrénaline.

Nos recherches permettent donc d'affirmer que, contrairement à ce qu'on avait admis jusqu'alors, les alcaloïdes de l'*Aspidosperma Quebracho blanco* doivent être rangés dans des groupes pharmacologiques différents. Elles permettent aussi de considérer les alcaloïdes totaux de cette Apocynacée comme susceptibles d'agir à la fois sur le système nerveux vague et sur le système nerveux sympathique, ce qui autoriserait une utilisation thérapeutique nouvelle de ces alcaloïdes.

BIOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'activité biologique des stérols. Étude des stérols de Plankton.* Note de MM. **G. Belloc**, **R. Fabre** et **H. Simonnet**, présentée par M. Leclainche.

On sait que le principe antirachitique est très peu répandu dans le règne végétal et dans le règne animal; il est toutefois particulièrement abondant dans le foie de certains Poissons (1).

Cette localisation remarquable a suggéré bien des hypothèses au sujet de la genèse du facteur antirachitique; en effet, ou bien les Poissons trouvent dans leur alimentation la vitamine antirachitique préformée, ou bien l'on doit penser que les stérols contenus dans ces organismes sont activés par irradiation.

Au cours de l'étude que nous avons entreprise pour élucider cette question, nous nous sommes d'abord adressés au zooplankton. Celui-ci a été recueilli au filet pélagique, en surface, dans la baie de Bourgneuf, à deux époques différentes de l'année : la première pêche a été faite en été, par forte chaleur et mer très calme (15-20 juillet 1929) (Plankton I), la deuxième, au printemps, par temps froid et couvert, et mer assez agitée (22-26 avril 1930) (Plankton II).

Le Plankton I était surtout constitué de larves zoé de *Porcellana* et de nombreux copépodes du genre *Calanus*, avec quelques rares Cténophores du genre *Cydippes*. Le Plankton II comprenait exclusivement des Cydippes avec de rares Beroés.

Sur le bateau même, le contenu des filets à plankton a été séparé par tamisage et filtration au coton, et, après avoir été égoutté, il a été introduit dans un grand excès d'acétone anhydre, des échantillons étant conservés dans le formol au demi en vue de la détermination des espèces zoologiques. A l'arrivée au laboratoire, le produit de la pêche, stabilisé dans l'acétone, a été traité pour en isoler les stérols. Le principe de la méthode, dont le détail sera publié dans un autre Recueil, est le suivant.

La solution acétonique est filtrée, et le résidu soumis successivement à un épuisement acétonique, puis chloroformique. Le produit extractif restant après la distillation des solvants dans le vide est saponifié par la potasse

(1) Mme L. Randoin, E. André et R. Lecoq, *Valeur antirachitique comparée de quelques huiles d'animaux marins et de l'huile de foie de morue* (*Journ. Pharm. et Chim.*, 8e série, 7, 1928, p. 529).

alcoolique, et l'insaponifiable est soumis à la cristallisation dans l'alcool méthylique. Toutes ces opérations sont conduites très rapidement, à l'abri de l'oxygène de l'air, et, autant que possible, de la lumière, afin d'éviter toute influence modificatrice de ces agents sur les stérols.

Le produit cristallisé extrait du plankton a été soumis au triple essai physique (absorption ultraviolette) ([1]), chimique (réactions colorées de Rosenheim ([2]), et de Meesemæker ([3]), et biologique ([1]). Les résultats suivants ont été enregistrés :

Plankton I (plankton d'été). — Poids total : $0^{g},154$. Maxima caractéristiques de la courbe d'absorption de l'ergostérol. Réactions chimiques de l'ergostérol et de l'ergostérol irradié positives. Essai biologique positif avant toute irradiation, à la dose de $0^{mg},01$ sur le Rat blanc rachitique.

Plankton II (plankton de printemps). — Poids total du stérol cristallisé : $0^{g},145$; résidu incristallisable : $0^{g},687$. Aucune bande d'absorption de l'ergostérol. Réaction de l'ergostérol positive à la dose de $0^{g},01$ et réaction de l'ergostérol irradié très légèrement positive à la dose de $0^{g},003$ après 45 minutes d'irradiation. Essai biologique sur le Rat blanc rachitique négatif, même à la dose de $0^{mg},10$ avant irradiation; négatif à $0^{mg},01$, positif à $0^{mg},10$ après irradiation de 45 minutes. Il est à noter que les stérols extraits de la Méduse d'Acalèphes, appartenant à un groupe zoologique voisin, présente les mêmes caractères.

Conclusion. — Des deux planktons étudiés, le premier est actif à $0^{mg},01$ avant toute irradiation au brûleur à mercure, tandis que le second n'acquiert d'activité biologique que par irradiation. Toutefois, la provitamine D y est plus diluée que dans le premier cas, puisqu'il a fallu donner des doses de $0^{mg},10$ pour constater l'effet antirachitique sur le Rat blanc.

L'activité biologique des planktons est certainement fonction de nombreux facteurs, dont les principaux sont la luminosité, d'une part, et la nature zoologique, d'autre part.

La présence de principe antirachitique dans l'alimentation des Poissons n'exclut d'ailleurs pas l'hypothèse du pouvoir d'activation propre de certains organes de ces animaux ou l'intervention des radiations lumineuses.

([1]) R. Fabre et H. Simonnet, *Contribution à l'étude des stérols irradiés* (*Bull. Soc. Chim. biol.*, 10, 1928, p. 1000-1111).

([2]) O. Rosenheim, *A specific colour reaction for ergosterol* (*Bioch. Journ.*, 23, 1929, p. 47-53).

([3]) R. Meesemæker, *Nouvelle réaction colorée de l'ergostérol. Différenciation de l'ergostérol et de l'ergostérol irradié* (*Journ. Pharm. et Chim.*, 8e série, 11, 1930, p. 380-385).

Nous nous proposons de poursuivre ces recherches, dans le but d'apporter de nouveaux faits expérimentaux à la solution de cet important problème.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action du fluorure de sodium sur la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique.* Note (1) de Mme **Y. Khouvine**, MM. **E. Aubel** et **L. Chevillard**, présentée par M. Molliard.

On sait que le fluorure de sodium diminue la transformation du glucose en acide lactique (Embden, Meyerhof). Il était donc indiqué d'étudier le rôle possible de cet agent dans la réaction

$$\begin{array}{ccc} CH^3COCOOH + H^2 & \rightarrow & CH^3CHOHCOOH \\ \frac{1}{12}C^6H^{12}O^6 + \frac{1}{2}H^2O & \rightarrow & \frac{1}{2}CO^2 + H^2 \end{array}$$

produite par le foie.

On ajoutait $0^g,05$ de NaF à 10^{cm^3} de liquide de Ringer, tenant en suspension 5^g de foie haché. Le pyruvate était ajouté à la dose de $0^g,025$. Voici les résultats (moyennes) :

	O^2. cm³	CO^2. mg	Acide lactique. mg
Foie + O NaF + O pyruvate........	9,36	13,98	8,25
Foie + NaF + O pyruvate..........	6,79	7,08	3,37
Foie + O NaF + pyruvate..........	11,83	20,49	15,9
Foie + NaF + pyruvate............	9,07	17,4	9,75

On retrouve ici avec les témoins le phénomène de Meyerhof, la transformation du glucose en acide lactique est diminuée ($8^{mg},25$ à $3^{mg},37$). Mais le fluorure apparaît au contraire sans action en ce qui concerne la transformation du pyruvate en lactate : la différence entre les témoins et les expériences avec et sans fluorure est en effet de $7^{mg},6$ et $6^{mg},3$, chiffres du même ordre de grandeur.

En outre le fluorure diminue la consommation d'oxygène et la production de gaz carbonique, la diminution étant relativement plus forte en ce qui concerne le CO^2, ce que Thünberg a déjà signalé. Mais tandis que la présence de pyruvate n'a aucune action sur la diminution de la consommation d'oxygène (différence de $2^{cm^3},28$ et $2^{cm^3},47$ rapportée aux témoins avec

(1) Séance du 16 juillet 1930.

ou sans fluorure), elle augmente la formation de CO^2 (différence de $10^{mg},3$ et $6^{mg},51$ rapportée aux témoins avec et sans fluorure). Comme la quantité d'extra-acide lactique formé aux dépens de l'acide pyruvique est sensiblement la même d'une part, comme d'autre part sous l'influence du fluorure la production du CO^2 est diminuée lorsqu'il n'y a pas de pyruvate et augmentée lorsqu'il y a du pyruvate, il faut admettre que les phénomènes observés avec le pyruvate sont dus à une action du fluorure sur le pyruvate lui-même ou sur les catalyseurs qui entraînent la décomposition du pyruvate. A l'heure actuelle cette action est impossible à déterminer. En tout cas ce n'est pas une simple décarboxylation, les quantités d'acétaldéhyde formées étant sensiblement les mêmes avec ou sans fluorure.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La constitution du principe sucré de* Rhodymenia palmata. Note de MM. **H. Colin** et **E. Guéguen**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons montré (¹) que le principe sucré de *Rhodymenia palmata* est un glucide à base de galactose, dont nous avons fait connaître les principales propriétés.

L'absence, dans les produits d'hydrolyse, de tout sucre réducteur autre que le galactose, le pourcentage de ce dernier — environ 70 pour 100 du corps initial, anhydre — laissaient déjà prévoir que le « sucre » de *Rhodymenia* ne pouvait être qu'un *hétéroglucide*.

Plusieurs de ses caractères le rapprochaient des α-galactosides d'alcools, et il nous donnait un iodure par traitement à l'acide iodhydrique ($D = 1,7$) bouillant.

Dans l'hypothèse (la plus vraisemblable d'après l'ensemble de nos observations) d'une molécule de cristallisation, le poids moléculaire du groupement prosthétique devait être inférieur de moitié à celui du galactose.

De fait, les mesures cryoscopiques, maintes fois répétées, avec, comme termes de comparaison, des solutions de sucres connus, assignaient au glucide de *Rhodymenia* un poids moléculaire intermédiaire entre ceux du glucose et du saccharose : liqueurs à 10^g de produit pour 100^g d'eau, $\Delta = 57$ (saccharose), 83 (sucre de *Rhodymenia*), 110 (glucose). La plasmolyse conduisait de même à un poids moléculaire voisin de 245.

(¹) H. Colin et E. Guéguen, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 653 et 884.

Les résultats de l'analyse élémentaire (substance anhydre $0^g,246$, CO^2 : $0^g,388$, H^2O : $0^g,161$, C pour 100 : 42,6, H pour 100 : 7,2) écartaient d'une manière péremptoire l'hypothèse d'un galactoside d'alcool monoatomique. Effectivement, c'est en vain que les liqueurs furent distillées à la pression ordinaire.

Le constituant aglycosique a été isolé dans les conditions que voici : 110^g de sucre de *Rhodymenia*, cristallisé et rigoureusement pur, ont été dissous dans un litre d'eau et hydrolysés, à 120°, par le minimum d'acide sulfurique. Après saturation de l'acide par CO^3Ba, la liqueur, à peine jaunâtre, a été réduite en sirop clair et abandonnée à la cristallisation. Le dépôt de galactose a commencé presque aussi vite et s'est poursuivi durant quelques jours. L'eau mère avait alors la saveur chaude du glycérol (autrefois glycérine). On a décanté, concentré et repris par l'alcool absolu. Après addition d'éther jusqu'à trouble persistant, la liqueur a déposé, à la glacière, un sirop de galactose; finalement, on l'a distillée à la trompe à eau d'abord, puis à la pompe à mercure, sous $2\text{-}3^{mm}$ de pression et à la température du bain de chlorure de calcium bouillant entre 130 et 140°.

On a obtenu de la sorte 25^{cm^3} environ d'un liquide épais, de saveur sucrée et chaude, d'indice de réfraction égal à 1,462 en lumière blanche et à 18°, très soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, bouillant vers 280° ($H = 750$), dégageant des fumées d'acroléine lorsqu'on le chauffe en présence de SO^4KH, non réducteur, mais le devenant, même à froid, par action du brome, donnant alors les réactions des sucres réducteurs. Il n'en faut pas tant pour caractériser le glycérol.

Le principe sucré de *Rhodymenia palmata*, dont la concentration, à la saison chaude, peut dépasser 5 pour 100 du poids de l'algue fraîche, est donc un monogalactoside du glycérol. Son pouvoir rotatoire élevé, son hydrolyse par l'extrait de levure basse, à l'exclusion de l'émulsine, montrent qu'il s'agit d'un α-galactoside. Le brome l'oxyde difficilement, ce qui semble indiquer que le galactose est attaché à la fonction alcool secondaire du glycérol.

Nous avons dès maintenant de bonnes raisons de croire que le produit en question n'est pas spécial à l'espèce d'où nous l'avons retiré mais se rencontre dans beaucoup d'autres Floridées. Il convient, par conséquent, de le désigner, par abréviation, sous le nom de *Floridoside*.

THÉRAPEUTIQUE CHIRURGICALE. — *Injection d'éther formolé dans les lymphatiques des tumeurs cancéreuses.* Note [1] de M. **M. Marcille** [2], présentée par M. Charles Richet.

Je propose une technique destinée à poursuivre dans les voies lymphatiques les infections et en particulier l'infection cancéreuse.

Il y a vingt-sept ans, j'avais fait remarquer, dans un travail sur les lymphatiques de la région pelvienne, que la complexité des pédicules lymphatiques de ces organes, et plus particulièrement de l'utérus, rendait impossible, dans le cas de cancer, l'exérèse méthodique complète et sans ouverture de ces pédicules.

Pour parer à ce grave inconvénient, j'ai proposé d'injecter ces lymphatiques inextirpables, à l'aide d'une masse capable de tuer la cellule cancéreuse.

Depuis cette époque, j'ai utilisé une masse au formol dans un certain nombre de cas de cancer de la langue, du sein, du testicule et de l'utérus. J'ai injecté les pédicules lymphatiques avec cette masse, avant de les extirper. J'ai eu des résultats inégaux : par exemple, dans un cas de cancer de la langue, la masse au formol a déterminé du sphacèle avec hémorragie secondaire.

J'ai ensuite employé une masse de plus en plus faible.

Actuellement j'emploie une masse dans laquelle il entre 5 pour 1000 de formol en solution dans l'éther.

Une bonne masse à injection :

1° *Doit bien pénétrer dans les voies lymphatiques ;*

2° *Doit pouvoir être suivie dans sa progression au travers des voies lymphatiques*, afin de guider l'acte chirurgical : elle doit donc *être colorée*. La matière colorante à employer doit être très soluble dans l'éther, afin d'éviter que les canules très fines se bouchent pendant l'injection. D'autre part, cette matière ne doit pas être soluble dans l'eau, sans cela, au contact

---

(1) Séance du 16 juillet 1930.

(2) Document retiré du pli cacheté n° 10232, déposé le 28 octobre 1929, ouvert à la demande de l'auteur le 11 juin 1930.

de l'eau des tissus, la matière colorante fait une tache diffuse, qui masque le contour des vaisseaux lymphatiques, et empêche de les suivre.

Les matières colorantes de la masse de Gérota ne peuvent pas être utilisées; elles ne sont pas solubles dans l'eau, mais elles ont une certaine toxicité, et surtout ne sont *pas en solution vraie*, mais en *suspension*.

J'ai prié M. Paul Rabet de me trouver une matière colorante soluble dans l'éther, non soluble dans l'eau et non toxique. Il m'a proposé la *chlorophylle*. Je l'ai longuement expérimentée dans mon laboratoire en comparaison avec beaucoup d'autres matières colorantes, et je l'ai adoptée. Cette matière colorante est un peu faible, elle doit être utilisée à assez forte concentration si l'on veut suivre bien le trajet des vaisseaux lymphatiques. Cependant, plus tard, la préparation de violet de gentiane, que m'a faite M. Meillère, donne une coloration très supérieure et qui permet de suivre beaucoup mieux les voies lymphatiques.

3° *Doit contenir une substance soluble dans l'éther, capable de tuer la cellule cancéreuse*, mais non dangereuse pour l'organisme.

De toutes les matières que j'ai employées, c'est le formol qui m'a donné les meilleurs résultats.

Sa solubilité dans l'éther est très peu considérable, mais il suffit pour obtenir le résultat cherché (la fixation de la cellule cancéreuse) d'employer une solution d'éther formolé à 5 pour 1000. Cette solution est bien tolérée. Je l'ai injectée à des animaux à plus fortes doses sans jamais provoquer d'accidents.

Un pédicule lymphatique, injecté avec cette solution, devient au bout de quelques jours gros et tuméfié.

Au bout de plusieurs semaines, le cordon lymphatique devient dur et fibreux, puis le cordon fibreux se résorbe progressivement, mais il faut bien une année pour que les parties molles aient repris toute leur souplesse et que l'on ne perçoive plus rien.

Il semble bien que les cellules cancéreuses situées dans les ganglions et vaisseaux lymphatiques que l'on a bourrés d'éther formolé ne soient plus vivantes. De plus, leurs cadavres sont enveloppés dans un processus fibreux.

Il est donc possible par cette méthode de stériliser et de momifier les pédicules lymphatiques d'un organe atteint de cancer.

On sait que des cellules cancéreuses migrent souvent fort loin dans les deuxième, troisième et quatrième relais de ganglions lymphatiques.

Par une injection d'éther formolé on peut les atteindre sans faire aucun délabrement et sans risquer les réinoculations qui sont presque toujours le fait du bistouri.

A $15^h 35^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^h.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mai 1930.

Contribution à l'étude de l'oxydation ammoniacale des principes carbonisés. Synthèses de l'acide cyanique, par Georges Laude. Thèses présentées à la Faculté des sciences de l'Université de Paris. Paris, Société d'édition du Nord, 1929; 1 vol. 24^{cm}.

Les rayons X, par J. Thibaud. Paris, Armand Colin, 1930; 1 vol. $17^{cm},5$.

Leçons sur la méthode du travail virtuel et son application, par l'intermédiaire de la Thermodynamique générale à la théorie des corps minces : fils et membranes flexibles, lignes et surfaces élastiques, professées en 1929 à l'Université libre de Bruxelles, par Louis Roy, in *Bulletin des laboratoires de l'École polytechnique de Bruxelles*. Ixelles, G. Bothy, 1929; 1 fasc. 24^{cm}.

L'absorption des radiations dans la haute atmosphère, par Charles Fabry et H. Buisson, in *Mémorial des sciences physiques*, fasc. XI. Paris. Gauthier-Villars et Cie, 1930; 1 fasc. $25^{cm},5$.

Les machines propriétés générales, par L. Lecornu, in *Encyclopédie de mécanique appliquée*. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1930; 1 vol. $23^{cm},5$.

Les applications des rayons X. Physique, chimie, métallurgie, par J.-J. Trillat, in *Recueil des conférences-rapports de documentation sur la physique*. Paris, Presses universitaires de France, 1930; 1 vol. $23^{cm},7$. (Présenté par M. M. de Broglie.)

Opérations relatives à l'Établissement d'une carte des régions parcourues (Détermination du canevas et levers d'itinéraire). Magnétisme-Météorologie, in *Angola et Rhodesia* (1912-1914). *Mission Rohan-Chabot sous les auspices du Ministère de*

l'Instruction publique et de la Société de géographie, Tome II. Paris, Imprimerie nationale, 1930; 1 vol. 28cm,5.

Les Urticaires, par ÉDOUARD JOLTRAIN, in *Collection des Actualités de médecine pratique*. Paris, Gaston Doin et Cie, 1930; 1 vol. 18cm,3. (Présenté par M. Charles Richet.)

Studi geologici Nelle Alpi occidental (4-8), par F. HERMANN. Padova, Società Cooperativa Tipografica, 1930; 1 vol. 34cm. (Présenté par M. Termier.)

La légende du lac Mœris, par CH. AUDEBEAU BEY. Le Caire, Imprimerie de l'Institut français d'archéologie orientale, 1930; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. E. Roux.)

La demande dans ses rapports avec la répartition des revenus, par R. ROY, in *Metron*. Vol. VIII, n° 3, 1930. Roma, Amministrazione del « Metron », fasc. 24cm. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Formation des montagnes et des volcans. Genèse des séismes et courants marins, par CLAUDE SIMERAY. Dob, Imprimerie de la Presse jurassienne, 1930; 1 fasc. 18cm,5.

Nouveau Traité de psychologie, Tome I, par GEORGES DUMAS. Paris, Félix Alcan, 1930; 1 vol. 24cm,5.

ERRATA.

(Séance du 16 juillet 1930.)

Note de M. *Edgar-Pierre Tawill*, Les ondes stationnaires ultra-sonores rendues visibles dans les gaz par la méthode des stries :

Page 94, le numérotage des trois figures est à rectifier ainsi de gauche à droite : 2, 3, 1 *au lieu de* 1, 2, 3.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUILLET 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Raies ultimes des corps alcalins et alcalino-terreux.* Note de M. **Deslandres**.

Les radiations ultimes d'un corps simple, qui sont les dernières à disparaître, lorsque la proportion du corps dans un mélange devient de plus en plus faible, sont aussi en général les plus fortes du corps illuminé seul et les raies premières de séries hydrogénoïdes. Or, en 1924, j'ai montré que les raies ultimes des vingt premiers corps simples et du mercure étaient le plus souvent des multiples de la fréquence élémentaire 1062,5, désignée par la lettre d_1. Une raie est dite multiple de d_1 et d'une manière générale de d_1/n, n étant un nombre entier petit, lorsque l'écart entre sa fréquence et le multiple de d_1/n est égal au plus à $d_1/10\,n$.

Cette étude de 1924 était une première reconnaissance; je la reprends aujourd'hui en la limitant aux deux familles naturelles de corps simples, qui occupent les deux premières colonnes du tableau de Mendéléef, c'est-à-dire aux corps alcalins et alcalino-terreux. Leur atome a une structure simple, avec seulement un ou deux électrons sur la couche extérieure.

Dans l'intervalle, d'ailleurs, plusieurs propriétés curieuses et nouvelles de ces raies multiples de d_1 ont été reconnues dans les spectres. Les raies les plus brillantes et les plus hautes de l'atmosphère solaire sont rattachées à la fréquence d_1 et, lorsqu'une raie multiple de d_1 se trouve dans un multiplet, elle est renforcée dans le Soleil par rapport aux autres raies du même multiplet, ce qui est attribué à la présence de l'hélium et de l'hydrogène. De plus les raies multiples de d_1, premières ou non premières d'une série

hydrogénoïde, correspondent à ses petites irrégularités de position ou d'intensité; et même, dans plusieurs spectres, les raies qui subissent le déplacement maximum par la pression sont aussi des multiples de 1062,5. Bref j'ai dû admettre une cause nouvelle, liée à la fréquence d_1, qui intervient pour modifier l'intensité et la manière d'être des raies spectrales (¹).

Une étude plus précise des raies ultimes devenait nécessaire. Leur importance, comme on sait, a été signalée d'abord par de Gramont (1907-1922), qui a publié la première liste des raies ultimes pour de nombreux corps illuminés dans l'air à la pression atmosphérique avec les modes d'excitation relativement faibles dont on dispose dans tous les laboratoires. Puis, Sommerfeld (1922), Foote et Mohler (1922) et Kiess (1923) les ont aussi étudiées; et, sous l'influence d'idées théoriques, ils ont soutenu que la raie ultime coïncidait avec la raie dite de résonance émise entre les deux niveaux les plus bas de l'atome. Mais Croze, dans deux Notes de 1922 et 1923, a montré que cette coïncidence ne se vérifie pas, au moins pour les corps alcalino-terreux (groupe II de Mendéléef).

Puis, en 1925, Russell publie la liste des raies qu'il appelle ultimates et pénultimates, la première raie de la liste étant en réalité pour chaque corps la raie de résonance. Plus tard, Meggers en 1927 et Russell en 1929 présentent pour la grande majorité des corps les raies qui sont pour eux ultimes et persistantes. Ils utilisent les données nouvelles récemment acquises dans l'ultraviolet extrême avec des arcs et étincelles d'une grande puissance dans le vide, et ils ont toujours une préférence marquée pour la raie de résonance (²).

J'ai étudié la question d'un point de vue tout autre et en cherchant à rester, autant que possible, en dehors de toute théorie. Le point de départ de la recherche en 1924 a été la remarque suivante : les raies ultimes admises par tous de He, Na, Ti, C, Ca^+ Sr^+ et Hg sont des multiples de d_1 avec un écart au plus égal à 100, et elles ont été révélées avec une excitation de la vapeur faible ou moyenne. Il convient de placer dans les mêmes conditions les autres corps dont on veut déterminer la raie ultime et donc d'écarter les raies ultraviolettes de très haute fréquence dont l'émission exige une forte

(¹) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 5 et 1066; **189**, 1929, p. 20 et 669; **190**, 1930, p. 836 et 1250; **191**, 1930, p. 7.

(²) Croze, *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 1143; **177**, 1923, p. 1285; *International critical Tables*, **5**, 1929, p. 323, et Russell, *Astroph. Journ.*, **61**, 1925, p. 223, et **70**, 1929, p. 31.

énergie. Je suis conduit plutôt à retenir les raies infrarouges, complètement négligées par Meggers et Russell.

Les résultats sont condensés dans le tableau ci-après qui donne les raies ultimes (distinguées par des chiffres gras) et quelques raies fortes de l'hydrogène, de l'hélium, des corps alcalins, des corps alcalino-terreux, ionisés et neutres, et aussi du cuivre, du zinc, du cadmium et du mercure. Tous ces corps ont ce point commun d'avoir seulement un ou deux électrons optiques; et leur tableau peut être comparé aux listes américaines. Or je signale tout d'abord une erreur qui s'est glissée dans la liste de Russell. La raie ultime des alcalins est dans le premier doublet de leur série principale, et Russell choisit la raie la plus faible du doublet, deux fois moins intense que l'autre. Il faut prendre la raie la plus forte, et l'accord avec les multiples de d_1 apparaît alors clairement.

Le tableau donne pour l'hydrogène les têtes des trois séries successives de Lyman, Balmer et Paschen. D'après les idées régnantes, l'intensité de ces têtes doit décroître à partir de la première tête qui est la raie de résonance λ 1215, admise comme raie ultime par Russell. Mais Brackett, en opérant avec une pile thermo-électrique, a montré que la raie infrarouge de Paschen, qui est la troisième tête, devient, avec une excitation moyenne, beaucoup plus intense que la deuxième. Cette raie, qui est un multiple de d_1, est pour moi la raie ultime. En fait, nous ignorons comment les niveaux d'énergie se forment dans l'atome et comment ils retiennent les électrons; tout porte à croire qu'ils les retiennent avec une force qui n'est pas constante. C'est l'expérience seule qui peut nous éclairer sur ces points, et l'on sait d'ailleurs que la raie ultime peut varier avec le mode d'excitation.

Avec les cinq corps alcalins, le potassium excepté, la raie ultime est multiple de d_1; mais le potassium a une raie infrarouge très forte, λ 11772, multiple de d_1, et j'émets l'idée qu'elle peut être comme précédemment avec l'hydrogène plus forte que la raie lumineuse λ 7665. Il faudra mesurer les intensités de ces deux raies avec le même récepteur (1).

La même remarque s'applique au calcium neutre; la raie λ 4226, présentée jusqu'ici comme sa raie ultime, est un multiple de $d_1/4$, mais la plus forte raie de l'infrarouge, λ 10345, rattachée à d_1, peut être en réalité la plus intense de toutes. Sa recherche est recommandée aux laboratoires organisés pour l'étude précise de l'infrarouge.

(1) Pour Na, le tableau présente trois raies, têtes de série, qui sont, avec des intensités décroissantes, des multiples de d_1, $d_1/2$, $d_1/4$. Elles sont à rapprocher des deux raies de K. A noter que ce dernier corps se distingue, par plusieurs irrégularités, des autres corps alcalins.

Raies ultimes des éléments des deux premières colonnes de la série périodique.

Élément.	Longueur d'onde.	Notation de série.	Fréquence.	Multiple de d_1 et résidu.
H	1215,7	–	82258 =	$77\,d_1 + 444$
	6562,8	–	15233 =	$(14 + {}^1/_3)\,d_1 + 4$
	18751,0	–	5332 =	$5\,d_1 + 19$
He	584,4	${}^1S_0 - {}^1P_1$	171116 =	$161\,d_1 + 54$
	10830,1	${}^2S_1 - {}^2P_2$	9231 =	$(8 + {}^2/_3)\,d_1 + 23$
	5875,6	${}^2P_2 - {}^2D_2$	17015 =	$16\,d_1 + 15$
Li	6707,8	${}^2S_1 - {}^2P_{1.2}$	14904 =	$14\,d_1 + 29$
Na	5890,0	${}^2S_1 - {}^2P_2$	16973 =	$16\,d_1 - 27$
	8194,8	${}^2P_2 - {}^2D_1$	12199 =	$(11 + {}^1/_2)\,d_1 - 19$
	11404,2	${}^2P_2 - {}^2S_1$	8766 =	$(8 + {}^1/_4)\,d_1 + 0$
K	7664,9	${}^2S_1 - {}^2P_2$	13043 =	$(12 + {}^1/_4)\,d_1 + 27$
	11771,7	${}^2P_2 - {}^2D_1$	8493 =	$8\,d_1 - 7$
Rb	7800,3	${}^2S_1 - {}^2P_2$	12816 =	$12\,d_1 + 66$
	13443,7	${}^2D_1 - {}^2F$	7437 =	$7\,d_1 - 1$
Cs	8521,1	${}^2S_1 - {}^2P_2$	11732 =	$11\,d_1 + 46$
Cu	3247,5	id.	30784 =	$29\,d_1 - 29$
Be^+	3130,4	id.	31936 =	$30\,d_1 + 61$
Mg^+	2795,5	id.	35761 =	$(33 + {}^2/_3)\,d_1 - 10$
	4481,3	${}^2D_2 - {}^1F_1$	22309 =	$21\,d_1 - 4$
Ca^+	3933,6	${}^2S_1 - {}^2P_2$	25414 =	$24\,d_1 - 86$
Sr^+	4077,7	id.	24516 =	$23\,d_1 + 79$
Ba^+	4554,0	id.	21952 =	$(20 + {}^2/_3)\,d_1 - 6$
	4934,1	${}^2S_1 - {}^2P_1$	20261 =	$19\,d_1 + 74$
Zn^+	2025,5	${}^2S_1 - {}^2P_2$	49355 =	$(46 + {}^1/_2)\,d_1 - 51$
Be	2348,6	${}^1S_0 - {}^1P_1$	42565 =	$40\,d_1 + 65$
Mg	2852,1	id.	35051 =	$33\,d_1 - 11$
Ca	4226,7	id.	23652 =	$(22 + {}^1/_4)\,d_1 - 12$
	10345,0	${}^1P_1 - {}^1S_1$	9664 =	$9\,d_1 + 102$
Sr	4607,3	${}^1S_0 - {}^1P_1$	21698 =	$20\,d_1 + 448$
Ba	5535,5	id.	18060 =	$17\,d_1 - 2$
Zn	2138,6	id.	46745 =	$44\,d_1 - 5$
Cd	2888,0	id.	43692 =	$41\,d_1 + 130$
	10394,7	${}^1P_1 - {}^1S_1$	9617 =	$9\,d_1 + 55$
Hg	1849,6	id.	54066 =	$51\,d_1 - 122$
	2536,5	${}^1S_0 - {}^3P_1$	39413 =	$37\,d_1 + 100$

Le cadmium, qui est rangé dans la famille des alcalino-terreux, donne lieu aussi à la même remarque. Enfin le mercure mérite une mention spéciale; il est le seul de la famille dont la raie de résonance soit forte et

en même temps raie ultime. Or, cette raie λ 2536 est aussi la seule raie de résonance rattachée dans la famille à un multiple de d_1.

Dans l'ensemble, les 22 corps du tableau dont les poids atomiques sont compris entre les nombres 1 et 200 montrent un lien étroit avec la fréquence 1062,5, le strontium seul étant excepté [1]. Cette fréquence a été présentée déjà comme rattachée à une cause nouvelle qui modifie l'intensité et même la position des raies spectrales; d'après l'étude actuelle, elle doit intervenir aussi dans la formation des niveaux d'énergie de l'atome, au moins pour les deux premiers groupes de la série périodique des éléments.

ASTRONOMIE. — *L'observatoire de Courtanvaux à Colombes.* Note [2] de M. **Bigourdan.**

Le marquis de Courtanvaux est, au XVIII[e] siècle, un des grands mécènes dont le nom a été conservé par l'histoire des Sciences, car il les favorisa de sa fortune.

François-César Le Tellier, marquis de COURTANVAUX, etc. (1718-† 1781 Juill. 7), était, par son père, petit-fils de Louvois; sa mère, Anne-Louise de *Noailles*, était une sœur du cardinal et du premier maréchal de ce nom.

Destiné à l'armée, il fit sa première campagne (1733), à l'âge de 15 ans, comme aide de camp du maréchal son oncle. Devenu colonel en 1740, il quitte le service pour raison de santé en 1745 : son régiment passa au marquis de Montmirail son fils qui devint membre honoraire de l'Académie des Sciences en 1761, puis son président (1763).

Condorcet, qui a écrit l'éloge de Courtanvaux (*Mém. Acad.* 1781, H. 71-78), dit qu'il était né avec le goût de la simplicité et de l'indépendance, que son éducation avait été très négligée, mais qu'un goût naturel pour les sciences le sauva de l'oisiveté dans sa retraite prématurée.

Ce qui lui manqua, semble-t-il, c'est la persévérance, car, dit Condorcet, « il s'appliqua successivement à l'Histoire Naturelle, à la Chimie [3], à la

---

(1) On peut joindre au strontium les deux corps simples de poids atomique élevé, Ag et Au, qui sont souvent rattachés aux corps alcalins, et qui, jusqu'ici, n'ont offert aucun lien net avec la fréquence d_1.

(2) Séance du 7 juillet 1930.

(3) Il publia deux mémoires de Chimie, l'un sur l'éther marin, l'autre sur le vinaigre radical (*Sav. Étr.*, t. V, p. 19 et 72).

Géographie (¹), à la Physique, aux Mécaniques (²), à l'Astronomie, montrant dans toutes ses études un esprit juste et de la facilité, mais s'y livrant avec trop peu de suite et de constance ».

En 1765 il succède à son propre fils comme membre honoraire de l'Académie des Sciences.

Entouré de savants, il vécut, dit Condorcet, étranger à toute autre espèce de société et mourut le 7 juillet 1781. La bibliothèque Sainte-Geneviève possède de lui un beau buste en marbre par Bridan.

(¹) Son principal titre de gloire est aujourd'hui la générosité princière avec laquelle il seconda l'Académie des Sciences dans l'épreuve des montres marines.

Longtemps la France, avec Picard, Richer, les Cassini..., avait monopolisé la Géodésie; et, avec les observations d'éclipses des satellites de Jupiter, elle avait rénové la Géographie. Mais le problème des longitudes à la mer restait à résoudre pratiquement lorsque l'Angleterre entra en lice avec des horlogers de génie, auxquels la France opposa les Leroy, Berthoud... Il en résulta une émulation extraordinaire; mais le gouvernement de Louis XV avait donné son dernier effort pour la Science en organisant les missions géodésiques de l'Équateur et du Cercle polaire ; et dès lors l'Académie des Sciences doit tenter de le suppléer : pour sujet de prix de 1767 elle proposa *La meilleure manière de mesurer le temps à la mer*. Une montre de Pierre Le Roy, accompagnée d'un Mémoire explicatif, fut sur le point d'être couronnée après des épreuves à terre; mais on voulut l'éprouver en mer et en conséquence le prix fut remis à 1769 et doublé.

Une telle épreuve présentait alors plus d'une difficulté : il fallait comparer les longitudes données par les montres à celles des lieux d'escale, qu'on voulait déterminer elles-mêmes; cela exigeait un bateau spécial, à faible tirant d'eau pour se prêter à de nombreuses relâches, et il semblait que la marine royale était seule capable d'un tel effort. C'est alors que de Courtanvaux suppléa l'État défaillant : A ses frais il fit construire dans ce but une corvette spéciale, l'*Aurore*, et lui-même s'y embarqua avec Pingré et Messier du 20 mai au 1er septembre 1767, pour suivre les montres qu'on voudrait lui confier, déterminer les longitudes et l'heure dans les escales, etc. L'*Aurore* partie du Havre, visita successivement Calais, Dunkerque, Rotterdam, le Texel, Amsterdam, et au retour, Calais, Boulogne et le Havre. Les opérations faites sont données en détail dans le *Journal du Voyage de M. le Marquis de Courtanvaux*, 1 vol. in-4°, 1768, 316 pages et planches, dont une représente l'*Aurore* et une autre les sinuosités du voyage, avec les dates et heures des arrivées et départs. Le Roy obtint le prix doublé.

Un modèle de la frégate, à 1 pouce par pied, se trouve aujourd'hui à la bibliothèque Sainte-Geneviève.

(²) Il protégeait les inventeurs et construisit parfois lui-même les instruments qu'ils proposaient : sur l'un de ceux-ci, qui est décrit et figuré dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* (année 1779, H. 37, M. 502), il avait gravé cette inscription : JEAURAT *invenit*, COURTENVAUX *fecit*.

De Courtanvaux possédait à Colombes (¹), au milieu de cette grande plaine qui forme la presqu'île de Gennevilliers, et qui tend à se convertir en faubourg de Paris, une maison « délicieuse » (²) qui formait une de ses résidences et où il avait établi un grand laboratoire de Chimie, un Cabinet de modèles d'instruments de Physique et de Mécanique, enfin l'Observatoire « le plus joli qu'on puisse voir », dit J_3 Bernouilli (²), qui nous en a laissé une courte description avec la liste des instruments; mais Courtanvaux se bornait à le laisser à la disposition des savants et n'y établit pas d'observateur permanent.

Observatoire. — Il fut établi déjà en 1765 (*Mém. Acad.*, M. 476). Il était formé d'une tour ronde d'environ 18^{pi} (6^m) de diamètre, à deux étages, dont le plus élevé constituait, en majeure partie, l'Observatoire proprement dit; de là on jouissait d'un horizon étendu. A chaque étage de la tour était jointe une tourelle située au Midi et couverte d'un toit conique tournant, suspendu sur une vis centrale, tandis que l'étage supérieur de la tour avait un toit à volets mobiles, imité sans doute de l'Observatoire de Cluny; ces volets étaient doubles et au nombre de 5 ou 6.

Instruments (³). — Bernouilli dit qu'ils sont des plus beaux et en donne

---

(¹) Voir, dans la collection des *Communes du département de la Seine*, à la fin du XIXᵉ siècle, le volume qui est relatif à Colombes.

(²) J_3 BERNOUILLI, *Lettres astronomiques*, p. 157.

(³) Certains de ces instruments paraissent être les mêmes que divers de ceux emportés dans le voyage de l'*Aurore*, et dont voici la liste d'après la relation, p. 60. Ceux marqués C appartenaient à de Courtanvaux. J'ai ajouté, entre ( ), des détails empruntés aux manuscrits de la bibliothèque Sainte-Geneviève, nº 1805 (relation du voyage par Pingré, avec variantes, et au nº 3010 de Messier).

a. Un *quart de c*. de Langlois, de $2^{pi}\,{}^1/_2$ de rayon, avec micromètre et réticule (de 3^{pi} de r., appartenant à l'Observatoire royal, disent les mss. 1805, 3010).

b. Un *quart de c*. de Langlois, de $2^{pi}\,{}^1/_2$ de rayon, avec micromètre et réticule (c'est celui de Pingré dit mss. 3010; appartenant à l'Académie dit mss. 1805).

c. Un *instrument des passages* de Canivet, avec lunette achromatique de $3^{pi}\,{}^1/_2$ de long, représentée par la figure de la planche III, p. 60 (appartenant à Le Monnier, dit mss. 1805).

d. Une « très bonne » *pendule astronomique* de Berthoud (C, mss. 3010).

e. Une *pendule* de Le Paute (C, mss. 1805).

f. Une *lunette* achromatique de 3^{pi}, à 3 verres, de Dollond, appartenant à Trudaine de Montigny (de $3^{pi}\,{}^1/_2$ dit mss. 3010).

g. Une *lunette* achrom. de 5^{pi} (à 2 verres, appartenant à de Saron, mss. 3010).

h. Une *lunette* achrom. de 3^{pi} à 2 verres (C, mss. 3010).

i, j. Dans une boîte d'instruments, un *quart de cercle* de 1^{pi} et une petite *pendule* (mss. 3010).

la liste suivante (les numéros de Bernouilli sont entre parenthèses) :

1 (9). Un *quart de cercle* de Canivet, en cuivre de 2^{pi} de rayon, avec divisions par transversales. Il était placé dans la tourelle du deuxième étage et était commode pour prendre les hauteurs correspondantes.

2 (10). Un autre *quart de cercle*, plus important, également en cuivre et fait par Canivet, de 2 $^1/_2$ à 3 pieds de diamètre, et placé dans la tourelle du premier étage.

3 (7). Une *lunette méridienne* de 5^{pi} de foyer, fixée solidement, mais dépourvue de mire à l'horizon.

4 (8). *Une lunette méridienne* portative qui serait la même que *a* (J. B).

5 (1). Une *horloge* astronomique de F. Berthoud, avec échappement à repos et balancier compensé dont les tiges étaient à section rectangulaire; elle avait un timbre qui sonnait les secondes et que l'astronome pouvait mettre en marche quand il observait seul. C'est sans doute *d*.

6 (2). Une autre *horloge*, aussi de F. Berthoud, plus petite et plus élégante; elle avait aussi un balancier compensé, ainsi qu'un timbre pour les secondes.

7 (11). Une *machine parallactique* « bien faite » qui en 1769 portait une lunette de 4 ou 5 pieds de long.

8 (5). « Une excellente *lunette achromatique* française de 12 pouces. » C'est peut-être celle employée le 29 avril 1769 par Messier qui dit qu'elle a 10$^{pi}\frac{1}{2}$ et qu'elle n'est pas fort bonne.

9 (6). Une *lunette* ordinaire de 5^{pi}, avec micromètre de Canivet.

10 (3). Un *télescope* grégorien de Short, de 18^{po} de foyer, dont un des porte-oculaires avait un micromètre de Passement. Il était muni de cercles gradués, de mouvements de rappel, et son premier axe de rotation pouvait à volonté être placé vertical ou parallèle à l'axe du monde.

11 (4). Un autre *télescope* également de Short, de 2^{pi}, à monture ordinaire.

12 (12). « Un joli *télescope* grégorien d'un pied, avec le micromètre de Dollond [héliomètre ?] très complet pour la commodité. »

13. Mégamètre de de Charnières.

Observations. — Nous les rapportons dans l'ordre chronologique :

---

k. (*Lunette* achrom. de 9^{po} de foyer, construite par Vandel et achetée de Van-Deyl à Amsterdam; construite sur d'autres principes que celles de Dollond, elle fut présentée au roi le 13 [?] et fait l'effet d'une lunette ordinaire de 9-10 pieds; mss. 3010.)

l, *m*. Deux *lunettes* de nuit (c'étaient celles de Pingré et de Messier; mss. 3010).

Dates.	Phénomène.	Observateur.	Instruments et autorités.	
1753 mai 6.	Occult. Pléiades	Messier	Mss. 2313, f° 467 et mss. 2321.	
1765 août 16.	Écl. ☉	Courtanv.	Tél. Short 3^{pi}	*Mém. Ac.*, 1765.
			Tél. grég. 12^{po} Saron	H. 90; M. 476.
1766 mars 28.	♄, Bandes	Messier	Lun. achr. 10^{pi} 7^{po}. — *Mém.*, 1776, p. 584, et *Phil. Trans.*, LIX, 454.	
1766 mars 28.	Écl. Sat. ♃	»	Lun. achr. 12^{pi}. — p. 399. *C. des T.*, an XV.	
1766 août 5.	Écl. ☉	»	Tél. 2^{pi} de Short, p. 395	*Mém.*, 1766.
»	»	Jeaurat	Lun. ord. 5^{pi}, p. 407	
1766 sept. 22.	Occult. Pléiades	Messier	Tél. 2^{pi}. — *C. des T.*, an XV, 303 et mss. 2313, f° 467.	
1767 mars 15.	Écl. Sat. ♃	»	Lun. achr. 10^{pi}. — p. 403	
1767 avril 16.	»	»	» . — p. 404	*Connaissance*
1768 mars 26.	»	Courtanv.	Tél. anglais 3^{pi}. — p. 406	*des Temps*
»	»	Messier	Lun. achr. 10^{pi}. — p. 406	de l'an XV.
1769 avril 29.	»	»	» . — p. 410	
1769	Pass. de ♀	Bernouilli	*Mém. Acad. Berlin*, année 1767, p. 500.	

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des pollens sur les mouvements qui précèdent l'ouverture des fleurs chez les Pavots.* Note de M. L. **Blaringhem**.

Dans une Communication récente ([1]) j'ai établi une relation entre les phases accélérées ou ralenties de maturation des étamines et la régularité de l'ouverture des fleurs, constatées chez des lignes pures de *Papaver* du groupe *somniferum* et leur hybride partiellement stérile. Le même matériel va me permettre de montrer que les mouvements des pédoncules des Pavots avant l'anthèse sont directement régis par l'activité des pollens renfermés dans ces étamines. J'en déduirai, comme conséquence, l'explication d'une particularité de la floraison des hybrides, constatée aussi chez les Lins, les Primevères et les Benoites, particularité troublante puisqu'elle paraît en contradiction avec une règle générale, à savoir : l'uniformité des hybrides de première génération.

Chez *Papaver setigerum* D C. var. *Bellevue*, chez *P. somniferum* L. var. *Mursellii* Hort, la présence et l'activité des cellules du pollen contribuent nettement à accélérer, sinon à déterminer, les phases très régulières de courbure puis de redressement des pédoncules floraux, phénomènes qui pré-

([1]) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 117.

sentent ici la plus grande homogénéité. Au seul aspect de la courbure des pédoncules, on devine l'état de développement des étamines dans les boutons, état bien différent dans les deux lignées. La castration prématurée retarde de trois jours au moins et souvent davantage la date du redressement du pédoncule, mais il faut, pour provoquer ce retard, chez les premières fleurs qui sont les mieux constituées, enlever au moins les trois quarts des anthères. D'autre part l'apport de pollen sur les stigmates d'une fleur qui a été privée de ses anthères un jour ou deux auparavant active le redressement du pédoncule et provoque, avec un certain retard, la chute des sépales, puis celle des pétales et enfin celle des filets des étamines privés de leurs anthères.

La persistance prolongée des étamines sur les fleurs de l'hybride, castré ou non, rappelle à bien des égards la persistance des filets dépourvus d'anthères des fleurs des parents et tout se passe comme si les anthères, ou leur contenu actif, c'est-à-dire les pollens en voie de maturation, ou les pollens en germination, sécrétaient des substances ayant pour effet prochain la consolidation des tissus des pédoncules floraux et, par voie de conséquence, l'arrêt de croissance et le redressement des dits pédoncules.

Parmi les expériences et observations faites en juin et juillet 1930 sur divers *Papaver*, je relaterai brièvement celles qui me paraissent les plus probantes :

1° Chez *Papaver setigerum* DC. la castration (ablation des anthères en déchirant le moins possible sépales, pétales et laissant les filets en place) peut être effectuée cinq jours avant l'anthèse; mais en ce cas l'ovaire ne grossit plus et la fleur se dessèche. Au jour suivant (III) les pétales et les filets des étamines ont doublé de taille; les anthères d'abord globuleuses prennent une forme plate et allongée dans le sens des filets et leur teinte olivâtre est modifiée par l'apparition, à droite et à gauche, d'une mince ligne blanchâtre, qui est la fente de déhiscence suivant laquelle le soir de (III) et le lendemain matin le pollen mûr sera mis en liberté. Toute lésion faite au bouton avant l'ouverture de la ligne de déhiscence retarde considérablement le redressement de la fleur qui n'a lieu que cinq ou six jours après l'opération c'est-à-dire avec trois ou quatre jours de retard; toute lésion faite à partir du jour (IV) ne retarde le redressement de la fleur que d'un jour ou deux au plus; dans la première opération, l'ablation des anthères retarde les mouvements; dans la seconde, l'ablation des anthères ne change guère l'allure du phénomène. Enfin l'apport sur les stigmates réceptifs dès le jour (III) de pollen de l'espèce *P. setigerum* DC., soit d'un

autre *Papaver* du groupe *somniferum*, détermine rapidement la consolidation et le redressement des pédoncules floraux.

Dans tous les cas, les sépales et les pétales des fleurs lésées persistent longtemps, s'épaississant et s'enroulant de diverses façons avec des réactions colorées très marquées; l'ablation des anthères inhibe le développement de la couche cellulaire qui détermine la chute normale des sépales, des pétales et des filets des étamines. Ces phénomènes rappellent à bien des égards les altérations de forme et de coloris des pièces florales et des grappes de Crucifères castrées par l'attaque de champignons parasites du groupe des Péronosporées.

Sur ce même *Papaver setigerum* j'ai pu graduer les effets de la castration. Ayant supprimé les trois quarts des anthères, pour des fleurs qui en renferment douze et plus, les phénomènes de redressement des pédoncules se produisent comme si toutes les anthères étaient présentes; ne laissant que 1, 2 ou même 3 anthères intactes par fleur ayant donné de 15 à 20 étamines, les réactions se rapprochent graduellement de celles des boutons complètement castrés. D'ailleurs, les effets de la castration sur le redressement des pédoncules ne sont nets qu'avec les fleurs terminales; les durées des phases de courbure et de redressement diminuent pour les boutons des ramifications latérales, dont les tissus se lignifient rapidement.

2° Chez *Papaver somniferum* L. var. *Mursellii* Hort. ou Pavot de Chine à fleurs blanches, l'ouverture des anthères coïncide avec l'ouverture des fleurs [jour VI] et il est possible de suivre les réactions des pédoncules au cours des jours (III), (IV) et (V) après la suppression d'au moins les trois quarts des anthères, la gradation pouvant être réalisée comme pour *P. setigerum*.

Les castrations antérieures au jour (III) entraînent la dessiccation des ovaires sans redressement; la castration au jour (III) retarde le redressement de la fleur de trois jours et la pollinisation prématurée des ovaires ne produit aucun effet parce que les stigmates ne sont pas réceptifs; la castration au jour (IV) retarde le redressement du pédoncule d'un jour ou deux au plus; celle qui a lieu le jour (V) reste sans effet car, en ce jour, le pédoncule atteint sa longueur définitive et prend la direction verticale, le bouton étant oblique à la phase d'éclatement. Ainsi, l'arrêt de croissance du pédoncule et le redressement de la fleur se produisent pour *Papaver Murselli* Hort. et aussi pour la majorité des *Papaver sommiferum* L., avant la maturation des pollens, lente sous le climat de Paris. L'arrêt de croissance, dû au durcissement des tissus verts, paraît être en discordance avec le gonflement qui s'accentue alors dans les pétales et les filets des étamines;

de là résulte l'éclatement des boutons du *P. Mursellii* toutes les fois qu'ils renferment plus de quinze étamines.

3° L'hybride de première génération entre les deux espèces offre des analogies frappantes avec *Papaver setigerum* DC.; l'appareil végétatif est plus vigoureux, la taille double; les feuilles sont plus larges, plus longues; enfin la pruine blanchâtre caractéristique des Pavots-Œillettes est uniformément répartie sur tous les organes verts. L'homogénéité de croissance, si marquée sur les rosettes et jusqu'à la formation des hampes florales, se maintient pour les couleurs dominantes violet foncé des pétales à macules sombres, violette des filets des étamines, gris de fer des anthères; elle disparaît pour tout ce qui a trait aux mouvements des pédoncules floraux, aux redressements et éclatements des boutons.

Ainsi les parents épanouissent leurs fleurs de bonne heure le matin, presque toujours avant 10ʰ même par période de pluie; l'hybride donne un assez grand nombre de fleurs ouvertes le matin, mais il en donne aussi au cours de la journée et, par l'examen des boutons, aux variations de teinte des sépales, on reconnaît que la poussée d'ouverture y est ralentie. Cette impression devient une certitude si l'on a la patience de suivre le redressement et les changements de courbure des pédoncules, mouvements en rapport direct avec l'état de développement et la nature des anthères qui, pour chaque individu hybride, sont particuliers.

Quinze pour cent des hybrides pourront être rattachés au type staminal *Papaver Mursellii* Hort., et même on y notera la prédominance des anthères grosses, blanc laiteux, à maturation ralentie; la majorité des hybrides, près de 60 pour 100, offrira des anthères de la couleur de celles du *P. setigerum* avec les mêmes phases de maturation ralentie, car il est exceptionnel pour ces hybrides que le pollen soit mis en liberté au jour (V), veille de l'épanouissement; une bonne partie des hybrides, environ le quart, ne peuvent être rapprochés de l'un ou l'autre parent ni au point de vue de la couleur des anthères mûres, ni au point de vue des phénomènes qui précèdent et préparent le redressement et l'ouverture des fleurs.

J'ai réalisé sur l'hybride une série graduée de castrations suivies de réactions qui trahissent de grandes difficultés de consolidation des tissus et de maturation chimique des pédoncules, des sépales, des pétales et des filets des étamines. La pléthore qui en résulte entraîne l'épaississement et l'étalement des pétales et sépales mutilés; elle gagne même les ovaires qui prennent des développements singuliers.

Les anthères de l'hybride intact renferment toutes un fort pourcentage de

grains de pollen avortés; la maturation des tissus des anthères est elle-même entravée puisque les filets se dessèchent sans tomber dans la plupart des cas.

Envisagés à un point de vue général, ces faits confirment bien mon hypothèse, à savoir que les mouvements des pédoncules et les phénomènes qui préparent l'ouverture des fleurs sont conditionnés par la maturation régulière, soit hâtive, soit tardive, ou irrégulière des pollens. Il y a relation de cause à effet et c'est pourquoi l'étude des floraisons des lots de plantes en cultures pures et pédigrées fournissent de précieux documents sur l'avenir des lignées, permettant de distinguer les formes épurées et les métis.

On peut pour le Pavot préciser cette relation. Toute l'organisation végétative, rosettes, feuilles et même coloris des pièces florales et sécrétions des épidermes sont uniformes chez les hybrides de première génération entre types purs. Varient seulement, et dans des conditions considérables, les mouvements et les phases préparatoires à l'ouverture des fleurs; puisqu'ils traduisent des réactions des tissus à la qualité des pollens, ces caractères bien spécifiques quoique physiologiques sont en réalité des réactions de seconde génération, car les pollens formés sur les plantes de première génération sont des constituants chimiques de la seconde génération; ce sont même des constituants épurés.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Accroissement de la résistance à la maladie par l'altitude.* Note (¹) de M. **J. Costantin**.

Une preuve expérimentale très nette de l'influence de l'altitude sur la résistance à la maladie a été autrefois donnée à l'occasion de l'*Hemileia*. Bien que remontant à quelques années (1921), le travail qui la relate n'a pas eu le retentissement qu'il mérite. A cause de la question de la dégénérescence de la Pomme, qui est si grave, ce problème est tout à fait d'actualité.

En étudiant les plantations de Caféier du Kenya, en Afrique anglaise, M. W. J. Dawson a remarqué qu'au-dessous de 1200^m d'altitude l'*Hemileia vastatrix* est plus puissant que son hôte; la maladie est si forte que les traitements cupriques sont sans objet. De 1500^m à 2100^m, le parasite existe partout au retour de la végétation; mais l'arbre croissant plus lentement est plus rustique, très peu de feuilles tombent et les attaques sont plus faibles; le Caféier prend le dessus. A ces altitudes, avec un fongicide dilué, formé de sulfate de cuivre et de carbure de calcium, le champignon disparaît complètement. Entre 1200^m et 1500^m la rusticité n'est pas si forte, la résistance pas si

(¹) Séance du 21 juillet 1930.

grande pour vaincre le mal, il faut pulvériser des *doses doublées* de fongicide et de manière répétée.

D'après ce qui précède, *il n'est pas nécessaire qu'une maladie d'une plante cultivée disparaisse pour que l'altitude manifeste son effet*, il suffit que la *résistance du végétal qui lutte soit accrue* et un bon critérium pour vérifier l'existence de ce résultat, c'est l'évaluation de la récolte.

Ceci trouve une application dans le cas de la dégénérescence de la Pomme de terre.

Depuis la fin du XVIII[e] siècle, on sait qu'on peut combattre la dégénérescence de cette plante en se procurant des *tubercules récoltés en montagne* ou venant de *milieux froids*. [C'est Anderson qui a fait cette constatation le premier (en 1788), puis Chancey en France (en 1794), puis Pryce en Angleterre (en 1796). Depuis, ceci a été souvent confirmé, notamment par Sutton en Angleterre (en 1906), par Macoun au Canada (en 1918), par Martinet en Suisse plus récemment. En 1925, Charles Vallot dans son « guide du massif du Mont Blanc » dit que la Pomme de terre récoltée à de hautes altitudes, même au-dessus de 1500[m], est recherchée comme semence dans la plaine.]

Ces faits étant bien connus, comment se fait-il que l'application du climat alpin à la Pomme de terre ait rencontré si peu de partisans? Cela paraît inexplicable étant données les certitudes que l'on a maintenant sur l'efficacité du traitement montagnard de la Canne à sucre par les boutures élevées dans des pépinières de hauteurs, et cela contre des maladies de la dégénérescence (1). Il n'y a pas de doute sur ce dernier point puisque la technique s'applique à la mosaïque de la Canne à sucre (maladie reconnue de tous comme de dégénérescence), mais au séreh (types normaux) et au séreh à nécrose libérienne (type IV) [Fellinga (1915), Van Harreveld (1917, 1918, 1921 et 1922), Jeswiet (1928)].

L'attitude hostile manifestée par tant d'agronomes sérieux peut se comprendre jusqu'à un certain point, par le fait qu'on a trouvé de l'enroulement et peut-être de la mosaïque dans des stations élevées. De là à conclure que l'altitude n'agit pas, il n'y avait qu'un pas : il a été franchi.

On oubliait que depuis longtemps on a trouvé du séreh en montagne, ainsi que de la nécrose libérienne et de la mosaïque sur la Canne à sucre. Cette constatation, loin de décourager les agronomes et les planteurs de Java, les a incités à monter plus haut pour combattre les fléaux. Ils y sont parvenus; quarante années de pratique agricole en grand le prouvent, et cela, malgré l'*Aphis Maidis* qui transporte le virus de la mosaïque de la Canne.

---

(1) J. COSTANTIN, *Ann. sc. nat. Bot.*, 10[e] série, 9, 1927, p. 299 à 367; *Rev. de Bot. appliquée et d'Agron. col.*, 9, II, 1929, p. 229, 240.

Il ne faut donc pas s'effrayer de la présence accidentelle de l'enroulement en montagne, pas plus que de l'existence de l'*Hemileia* à 2000^m d'altitude au Kenya.

Ce qui importe, c'est de savoir si l'altitude augmente la résistance contre l'enroulement. Cela commence à apparaître par des études faites au Canada, en Écosse, en Tasmanie [Newton (R. G.); Oldaker (L. E. W.) et Dowson (W. J.) etc.]; cela découle aussi, selon moi, d'expériences faites dans les monts de Moravie en Tchécoslovaquie et également d'essais dans l'Atlas exécutés en Algérie pour y remédier à la dégénérescence qui est de règle au bout d'un an de culture.

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction d'un Crustacé Phyllopode du groupe des Conchostracés* (Cyzicus cycladoïdes, *Joly*). Note [1] de MM. **Ch. Gravier** et **P. Mathias**.

A l'aide de terre, provenant du sol de mares desséchées de la région de Djelfa, que M. H. Gauthier nous a gracieusement envoyée, nous avons pu, au cours de ces trois dernières années, faire des élevages de divers Branchiopodes (*Triops*, *Cyzicus*, *Branchipus*) et étudier la biologie de ces animaux, en particulier du *Cyzicus* (*Estheria*) *cycladoïdes* (Joly).

Ce phyllopode, dont le corps est enfermé dans une carapace chitineuse à deux valves, donne comme les *Apus*, *Branchipus*, *Daphnia*, etc. des œufs durables qui peuvent conserver leur vitalité pendant plusieurs années. Nous nous sommes attachés spécialement à l'étude de l'accouplement chez cette espèce. On ne sait, à l'heure actuelle, presque rien sur l'accouplement chez les Phyllopodes Conchostracés, sauf les vagues renseignements donnés en quelques lignes par F. Brauer (1872) au sujet de *Leptestheria* (*Estheria*) *dahalacensis* (Rüpp.). Grâce à nos élevages, nous avons pu, il y a deux ans et cette année même, suivre attentivement le processus du contact sexuel de *Cyzicus Cycladoïdes* (Joly). Parmi les quelques individus obtenus dans nos cultures, les mâles se sont toujours montrés plus nombreux que les femelles. Le rapprochement des sexes n'a lieu qu'à certains moments qui correspondent à un état de maturité difficilement reconnaissable. En dehors de ces instants, les mâles et les femelles restent indifférents les uns aux autres et nagent en tous sens dans l'eau ambiante, la région dorsale tournée, en général, vers le haut.

---

(1) Séance du 21 juillet 1930.

Avant l'accouplement, les individus des deux sexes se déplacent activement, puis on voit la femelle se placer sur le fond du récipient, rentrer dans sa coquille et se coucher sur le flanc. Elle semble immobile; mais en regardant attentivement, on constate que ses pattes respiratoires battent lentement et régulièrement. Le mâle s'agite autour de la femelle et vient se placer sur la région moyenne de celle-ci; le plan de symétrie du mâle est perpendiculaire à celui de la femelle comme le montre le schéma ci-dessous. A l'aide de sa première paire d'appendices, le mâle saisit la carapace bivalve de la femelle dans le sens de la longueur et la maintient fortement contre lui, les deux animaux restant dans la position indiquée ci-dessus; les pattes respiratoires du mâle battent énergiquement. Le mâle emporte ainsi la femelle avec lui et nage quelques instants, puis il la pose sur le fond du récipient et cherche à introduire l'extrémité postérieure de son corps entre

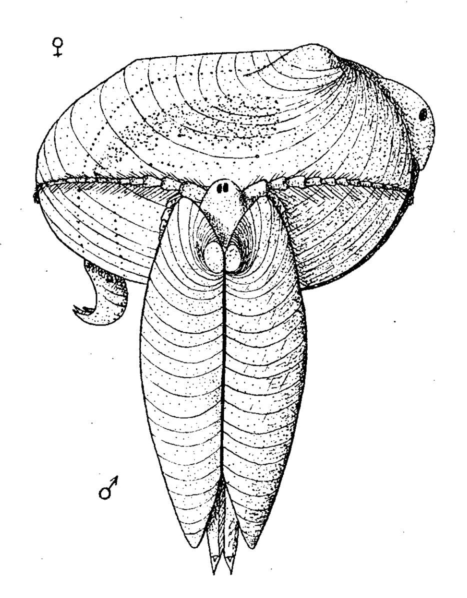


Schéma de l'accouplement chez *Cyzicus cycladoïdes* (Joly), ♂, mâle; ♀, femelle. Grossi, environ, 7 fois.

les deux valves bâillantes de la carapace de la femelle. On constate qu'au moment où le mâle recourbe son abdomen, la femelle recourbe également le sien en dedans, de façon à permettre le rapprochement des orifices mâles et femelles qui débouchent, dans les deux sexes, au niveau de la onzième paire de pattes. Le rapprochement des orifices sexuels se produit à plusieurs reprises et au cours de l'une de nos observations, nous avons pu en

compter jusqu'à six dans l'espace de quelques minutes. Puis, le mâle reprend sa nage active, emportant toujours la femelle comme précédemment et enfin la dépose sur le fond du récipient et continue ses déplacements, sans plus s'occuper d'elle. Nous avons constaté que le rapprochement des sexes pouvait s'opérer, même lorsque la mue qui précède toujours l'accouplement chez la femelle n'était pas complètement terminée; mais il n'a jamais lieu au début de la mue soit du mâle, soit de la femelle. La femelle, qui a été fécondée, reste quelques instants immobile sur le fond du récipient puis se remet à nager, indifférente au mâle. On peut alors voir que la ponte s'est effectuée. Les œufs disposés côte à côte sont suspendus, sous la coquille, à la face dorsale de la femelle et de part et d'autre du plan médian du corps. Cette ponte, vue par transparence à travers la coque, a l'apparence d'un H de couleur jaune doré. La ponte tout entière est rejetée sur le fond du récipient avec la mue qui suit le rapprochement des sexes. Chez une même femelle, nous avons pu observer trois fois le phénomène de l'accouplement et la ponte; l'animal est mort pendant la mue qui a suivi la troisième ponte.

Il faut remarquer la position très particulière du mâle et de la femelle du *Cyzicus cycladoïdes* (Joly) qui se placent en croix, de telle sorte que leurs plans de symétrie respectifs sont sensiblement perpendiculaires l'un à l'autre.

Cette position des individus sexués lors de l'accouplement, n'a été que très exceptionnellement observée chez les animaux. Elle a été signalée chez un Trématode (*Diplozoon paradoxum* Nordm.) et chez un Phyllopode de l'ordre des Notostracés. Au sujet de ce dernier, on ne possède que les observations très incomplètes de A. Kozubowski (1857) et de Brauer (1872) relatives au *Triops cancriformis* L., observations auxquelles on n'a, du reste, pas ajouté foi. Il y a quelque analogie quant aux positions respectives des deux animaux en contact, mais non similitude complète. Les figures données par F. Brauer (1872) se rapportent à des individus nageant, alors que chez *Cyzicus cycladoïdes* (Joly), la femelle reste parfaitement immobile pendant toute l'opération.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Synthèse du méthane à partir de l'oxyde de carbone et de la vapeur d'eau.* Note de MM. **Paul Pascal** et **Erling Botolfsen**.

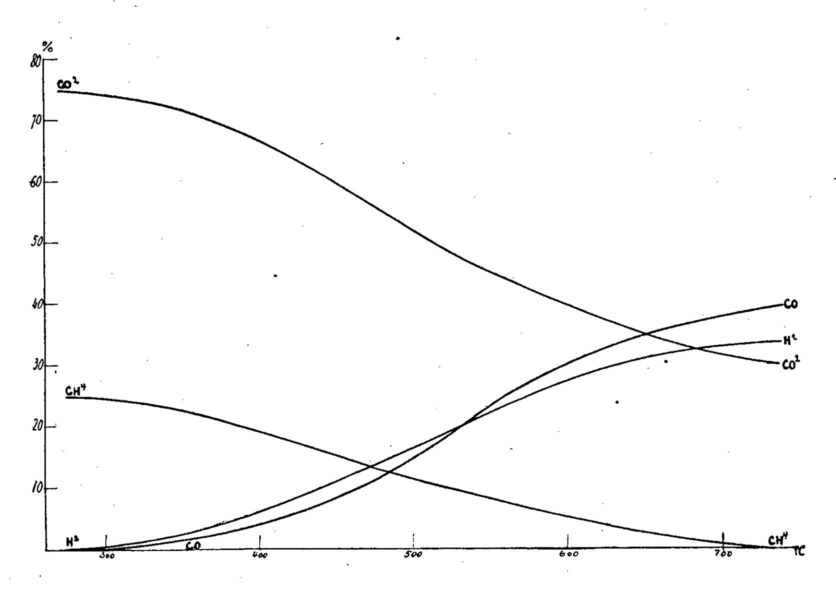
Au cours de recherches sur l'oxydation de l'oxyde de carbone par la vapeur d'eau, nous avons été amenés à examiner l'effet d'un catalyseur à base de nickel, préparé en précipitant l'azotate à l'aide du carbonate de magnésium.

Quand on fait passer sur le carbonate de nickel un mélange d'oxyde de carbone et de vapeur d'eau en excès, après l'y avoir chauffé vers 700°, pour « former » la masse de contact, on observe en général la superposition de deux réactions limites.

L'une d'elles fournit quantitativement le méthane :

$$4CO + 2H^2O \rightarrow 3CO^2 + CH^4 + 81 \text{ calories.}$$

Elle débute vers 250° et donne encore le rendement théorique à 275°, mais,



quand la température s'élève, elle s'efface progressivement devant la seconde réaction, bien connue :

$$CO + H^2O \rightarrow CO^2 + H^2.$$

Le rendement de cette dernière, déjà appréciable à 300°, finit par effacer complètement la production de méthane dès 750°.

Pour des températures intermédiaires, on obtient donc des mélanges gazeux complexes. La teneur en oxyde de carbone et en hydrogène y croît avec la température, tandis que les pourcentages de l'acide carbonique et du méthane diminuent.

La figure jointe donne la composition des gaz en volumes, après condensation de la vapeur d'eau, pour une durée de contact d'environ une seconde.

On voit que notre catalyseur permet aux basses températures la transformation quantitative du quart de l'oxyde de carbone en méthane, tandis qu'aux températures plus élevées il tend, avec un moindre succès, à fournir de l'hydrogène.

Nous donnerons ailleurs le détail de nos recherches, mais il nous paraît utile d'attirer dès maintenant l'attention sur cette synthèse inattendue du méthane.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Variation diurne du champ électrique de l'air à l'Observatoire de la côte de Landais.* Note de MM. **E. Mathias** et **G. Grenet.**

1. La station de la plaine de l'Observatoire de Physique du Globe du puy de Dôme est située à 3^{km} de Clermont-Ferrand, sur la route d'Issoire, à l'altitude de 403^{m}. Le champ électrique y est mesuré au moyen d'une prise de potentiel au radium fixée au milieu d'un fil d'acier tendu horizontalement entre deux cabanes distantes de 20^{m}, à $1^{m},90$ au-dessus du sol gazonné.

Des électromètres de Benndorf ont enregistré le champ, de février 1927 à juillet 1929; l'enregistrement a été repris en avril 1930.

Le dépouillement des courbes n'a été effectué avec certitude que pour 4017 valeurs horaires (printemps de 1927, étés de 1927-28-29 et avril, mai, juin 1930).

Vu le petit nombre d'observations sûres, on ne peut appliquer la méthode préconisée par M. Maurain [1], consistant à n'utiliser que les valeurs positives des seules journées à la fois météorologiquement belles et électriquement régulières.

Nous nous sommes bornés, pour cette fois, à ne prendre que les valeurs positives du champ, en éliminant les valeurs supérieures au double des valeurs régulières; on supprime ainsi seulement 3 pour 100 des valeurs

(1) Ch. Maurain, *Ann. Inst. Phys. du Globe de Paris*, 7, 1929, p. 121.

positives, les valeurs restantes, présentant dans leurs moyennes une marche beaucoup plus régulière, étant appelées *valeurs normales*.

Le tableau suivant montre, exprimées en volts par mètre, les valeurs normales moyennes du champ électrique à la côte de Landais pour chacune des 24 heures de la journée; la première ligne se rapporte au printemps de 1927, la deuxième à l'été des années 1927-28-29, la troisième à l'ensemble des années 1927-28-29-30.

Heures.	Printemps (1927).	Été (1927-28-29).	Moy. génér. (1927-28-29-30).
1	39,1	32,1	36,6
2	40,6	27,3	35,8
3	37,2	29,4	33,3
4	39,4	28,5	35,1
5	49,1	31,0	44,0
6	54,4	38,3	55,5
7	75,5	57,5	66,5
8	76,6	55,0	70,4
9	81,5	52,1	70,0
10	80,0	51,3	68,1
11	74,5	39,8	61,9
12	69,1	41,0	64,4
13	72,0	37,2	65,5
14	69,5	40,4	61,1
15	62,3	49,8	58,6
16	72,3	67,9	65,3
17	74,1	82,1	72,5
18	80,4	90,7	75,5
19	83,8	96,2	74,3
20	74,1	53,9	67,5
21	69,1	43,7	61,4
22	55,9	39,8	50,8
23	50,3	65,2	48,4
24	43,4	49,6	43,1
Moyenne	63,6	50,1	57,7

Ces nombres montrent que, à la côte de Landais comme au sommet du puy de Dôme, comme au Val-Joyeux, la variation diurne du champ électrique comprend deux maxima et deux minima d'inégale importance [1] sur laquelle il convient d'insister.

---

[1] Nous n'accordons, pour le moment, aucune importance à un troisième couple de maximum et de minimum qui se suivent respectivement à 22^h et à 23^h, lesquels ne se produisent que sur une des trois variations envisagées au paragraphe 1, et résultent probablement du trop petit nombre des valeurs sur lesquelles porte la variation qui les donne.

Les observations du sommet du puy de Dôme [1] montrent une variation diurne d'amplitude faible (rapport du maximum au minimum = 1,6) et un minimum de l'après-midi presque inexistant. Au contraire, les résultats ci-dessus sont *caractéristiques d'une station continentale;* l'amplitude de la variation diurne est importante (rapport du maximum au minimum = 3 pour l'été, = 2,1 pour le printemps), le minimum de l'après-midi et le maximum de la soirée sont très accusés.

Si l'on compare la variation diurne des valeurs positives du champ électrique de la côte de Landais à celle du Val-Joyeux *donnée par les journées les plus régulières au point de vue électrique* (*Maurain*), laquelle présente nettement deux maxima et deux minima, on peut remarquer que la variation diurne de la côte de Landais, résultant de toutes les valeurs normales du printemps et de l'été de 1927-28-29-30, ressemble étrangement aux courbes du Val-Joyeux relatives à l'hiver et à l'automne, dans lesquelles le second maximum, voisin de 19^h, est nettement plus important que le premier, voisin de 9^h. Au sommet du puy de Dôme, au contraire, le premier maximum est un peu plus important que le second, comme cela se passe au Val-Joyeux, dans les courbes du printemps et de l'été.

2. Si l'on recherche la loi de variation diurne du champ électrique déduite de *toutes* les valeurs horaires positives ou négatives, on observe une accentuation très nette du minimum de l'après-midi; l'*influence des valeurs négatives du champ pendant l'après-midi est si accusée en été que ce minimum devient négatif et inférieur à celui de* 3^h *du matin;* de plus, la valeur moyenne du champ est alors sensiblement nulle. Ce phénomène correspond à une accumulation importante de charges négatives dans les couches basses de l'atmosphère, puisque ce phénomène n'a pas été observé aux hautes altitudes, en particulier au sommet du puy de Dôme.

Par suite des lacunes de dépouillement ou de l'enregistrement, on ne peut pas préciser aujourd'hui comment s'introduisent les champs négatifs; on peut seulement dire que les inversions du champ se produisent principalement pendant les journées chaudes.

Malgré la fréquence plus grande des champs négatifs, la variation diurne du champ négatif présente la même allure générale en été qu'au printemps, cette variation étant analogue à celle du Val-Joyeux pour l'ensemble de l'année, le seul caractère bien net étant le maximum observé à la fin de l'après-midi.

---

(1) E. MATHIAS et CH. JACQUET, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 14.

Nous avons relevé, en été, 255 valeurs horaires négatives sur 809, soit 31,7 pour 100. Pour l'ensemble des enregistrements dépouillés, il y a 610 valeurs négatives sur 4017, soit 15,2 pour 100.

3. Les valeurs du champ, à la côte de Landais, indiquées dans le paragraphe 1, devront être majorées pour tenir compte de l'influence du pylône porteur de l'anémomètre et de l'antenne de T. S. F.; le coefficient de majoration ne nous semble pas devoir dépasser 1,2.

A cause du trop petit nombre des résultats relatifs à l'été, les valeurs du champ indiquées pour cette saison constituent seulement une première approximation.

NOMINATIONS.

MM. **L. Joubin, Ch. Gravier** et **M. Caullery** sont désignés pour représenter l'Académie au *Congrès international de Zoologie*, qui se tiendra à Padoue du 4 au 11 septembre.

MM. **P. Marchal, G. Ferrié, E. Fichot** et **Ch. Maurain** sont désignés pour remplir les places vacantes à la *Commission de l'Institut scientifique chérifien*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Gouverneur des Établissements français de l'Océanie** adresse des remercîments pour la subvention accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1929.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Central Aero-hydrodynamical Institute. *On the general Theory of a Monoplane Wing. A Theory of slotted Aeroplane Wing*, by S. A. Tchapliguine.

2° Institut agricole de Toulouse. Georges P. Georgalas. *Les insectes*

nuisibles du coton en Amérique et en Égypte. (Présenté par M. L. Blaringhem.)

3° *Annales de Protistologie*. Directeur : G. Deflandre. Tome I (1928); Tome II (1929-1930); Tome III (1930), fasc. 1. (Présenté par M. L. Mangin.)

4° *Annales de Cryptogamie exotique*, publiées et dirigées par Roger Heim. Tome I (1928); Tome II (1929); Tome III (1930), fasc. 1. (Présenté par M. L. Mangin.)

5° Chimie et Industrie. *La Belgique scientifique, industrielle et coloniale*. (Présenté par M. A. Desgrez.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur la géométrie des cycles liés*. Note de M. **Paul Delens**.

1. Nous avons, dans une Note précédente [1], défini les cycles *liés*, éléments d'une variété V de l'espace linéaire E_{25} constitués par les tenseurs du second ordre de l'espace pentasphérique E_5. Soit $\mathfrak{X} = xx'$ un tel cycle, de foyers x et x', $X_{ij} = \xi_i \xi'_j (i, j = 1, 2, \ldots, 5)$ ses coordonnées homogènes; celles-ci satisfont aux relations

$$(1) \qquad \Delta_{ih,jk} \equiv X_{ij}X_{hk} - X_{ik}X_{hj} = 0, \qquad \sum_i X_{ij}X_{ip} = 0, \qquad \sum_j X_{ij}X_{qj} = 0;$$

les équations $\Delta_{ih,jk} = 0$, traduisant que le tenseur est de rang un, se réduisent à 16 indépendantes (pour i, j fixes) et il reste bien $25 - 18 = 7$ coordonnées homogènes, ou 6 paramètres.

La variété V, à 6 dimensions, semble d'ordre 240; en imposant en effet au cycle $\mathfrak{X}$ six conditions linéaires arbitraires

$$x\mathcal{H}_\alpha x' = 0 \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, 6) \qquad \text{ou} \qquad s_\alpha \mid x' = 0 \quad \text{avec} \qquad x\mathcal{H}_\alpha = s_\alpha,$$

on aura à exprimer

$$\| s_1 s_2 s_3 s_4 s_5 s_6 \| = 0, \qquad x^2 = 0, \qquad x'^2 \equiv [s_1 s_2 s_3 s_4]^2_4 = 0,$$

conditions dont les ordres sont respectivement 15, 2, 8, et $15 \times 2 \times 8 = 240$. Il est avantageux, pour l'étude des variétés de cycles, de rapporter un foyer x à un repère pentasphérique formé de quatre points m, p, n, q aux sommets d'un quadrilatère isotrope et de la sphère r qui les porte

$$x = \varpi^2 p + \varpi\mu m + \varpi\nu n + (\mu\nu + \rho^2) q + \varpi\rho r;$$

---

[1] *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1043.

le foyer x' étant rapporté à un repère analogue, les coordonnées de $\mathfrak{X}$ s'expriment rationnellement en fonction de six paramètres.

La variété V porte des variétés linéaires d'ordres inférieurs. Nous indiquons comme suit par un schéma le nombre des cycles de définition de telles variétés, et l'ensemble des cycles déterminés linéairement, pour le cas général.

$$19 \to 240, \quad 19+\omega \to \infty^{\omega}, \quad \omega = 1, 2, 3, 4, 5, 6;$$

pour la variété *disphère* des cycles dont les foyers de chaque espèce appartiennent à une sphère (les deux sphères distinctes ou non, propres ou non) :

$$12 \to 48, \quad 12+\omega \to \infty^{\omega} \quad (\omega = 1, 2, 3, 4);$$

pour la variété *dicercle* (foyers sur deux cercles propres) :

$$7 \to 8, \quad 7+\omega \to \infty^{\omega}, \quad \omega = 1, 2 \quad (\omega = 1, \text{ correspondance } 2\text{-}2).$$

J'ai déjà signalé le cas des congruences paratactiques (et de contact). Dans tous ces cas, on peut encore abaisser le nombre des cycles de définition de groupements particuliers, ainsi les chaînes générales de cycles réels de l'espace, de disphère, de dicercle, répondent respectivement aux schémas :

$$14 \to \infty^3, \quad 9 \to \infty^2, \quad 5 \to \infty^1,$$

2. Les cycles liés sont adaptés à l'étude de la parataxie; deux cycles $\mathfrak{X}$ et $\mathfrak{Y}$ sont paratactiques si leurs coordonnées satisfont aux relations *bilinéaires*

$$(2) \qquad \sum_i X_{ij} Y_{ip} = 0, \qquad \sum_j X_{ij} Y_{qj} = 0.$$

Les transformations conservant les cycles et la parataxie, donc les relations (1) et (2) sont représentées par des tenseurs d'ordre 2 dans E_{25}, 4 dans E_5, faciles à caractériser. Elles sont composées de : *a*, la transposition (changement d'orientation); *b*, des couples d'opérations *effectuées séparément sur les foyers*, ponctuelles et conservant les droites isotropes, donc les cercles et les sphères, bref des couples d'opérations sphériques; pour les cycles réels, ces opérations sont nécessairement conjuguées complexes [1].

3. La marche suivie pour définir les cycles liés conduit à définir dans E_{25} une variété de torseurs liés, en correspondance biunivoque avec

---

[1] Pour la géométrie cyclique réelle, voir l'exposé récent de M. P. Robert, *Journ. de Math.*, 9, II, 1930, p. 201-206.

l'espace E_{10} (de E_{25}) des torseurs ordinaires qui sont leurs parties alternées. Pour les parataxes liés, représentant les congruences paratactiques orientées, les calculs se présentent absolument comme pour les cycles. Ces parataxes forment une nouvelle variété W à six dimensions, lieu des *milieux* des cordes de V joignant les points images de deux cycles axiaux, l'hyperplan de l'infini étant formé des tenseurs à invariant linéaire nul.

Soient $\mathcal{F} = ff'$, $\mathcal{G} = gg'$ (avec $f|f' = g|g' = 1$) deux cycles axiaux, $\mathcal{I} = [fg]$, $\mathcal{I}' = [g'f']$, $\mathcal{J} = [fg']$, $\mathcal{J}' = [gf']$ les droites isotropes qu'ils déterminent; les parataxes (liés) ainsi définis sont

$$\mathcal{L} = \mathcal{F} + \mathcal{G} = \mathcal{I}\mathcal{I}', \qquad \mathcal{N} = \mathcal{F} + \tilde{\mathcal{G}} = \mathcal{J}\mathcal{J}',$$

et inversement ($\tilde{\mathcal{G}}$, $\tilde{\mathcal{N}}$ transposés de $\mathcal{G}$, $\mathcal{N}$)

$$\mathcal{F} = \mathcal{L}\mathcal{N} = \mathcal{N}\mathcal{L}, \qquad \mathcal{G} = \mathcal{L}\tilde{\mathcal{N}} = \tilde{\mathcal{N}}\mathcal{L}.$$

La *trace* du parataxe $\mathcal{L}$ sur une sphère s est le cycle

$$s\mathcal{I}.s\mathcal{I}' = \mathcal{L}s.s\mathcal{L} - (s\mathcal{L}s)\mathcal{L}.$$

Ces exemples suffisent à montrer la simplicité des calculs dans cette nouvelle géométrie des cycles.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formules limitées de médiation.* Note [1] de M. **Jean-Pierre Robert.**

La présente Note donne une méthode de calcul qui conduit à des formules admettant, comme cas particulier, celle que M. M. Nicolesco a obtenue dans sa Thèse (Paris, 1928, p. 72). Ces formules se présentent sous forme de développements limités et sont acquises pour toute fonction douée de laplaciens itérés jusqu'à un certain ordre.

I. Dans l'espace euclidien E_p à p dimensions, désignons par M_0 un point fixe, par (S) l'hypersphère de centre M_0 et de rayon ρ de surface $\mathcal{S} = S_p \rho^{p-1}$, m un point quelconque de (S), Ω le domaine intérieur à (S), P un point de $\Omega (M_0 P = r < \rho)$. Nous définirons les fonctions $G_1(r)$, $G_2(r)$, ..., $G_n(r) = G_n(P)$, ... par $G_1(r) = r^{2-p} - \rho^{2-p}$ (si $p = 2$, nous prendrons

[1] Séance du 30 juin 1930.

$\log\rho - \log r$), et pour $n \geqq 2$:

$$\frac{d^2 G_n}{dr^2} + \frac{p-1}{r}\frac{dG_n}{dr} = G_{n-1}(r),$$

avec la double condition que, pour $n \geqq 2$, $G_n(P)$ s'annule sur (S) ainsi que sa dérivée normale.

Voici des propriétés des G_n utiles pour la suite :

a. Pour $PM_0 \neq 0$, on a

$$\Delta_P G_n(P) = G_{n-1}(P) \qquad \text{et} \qquad \Delta_P^{(n)} G_n(P) = 0.$$

b. Les fonctions $G_n(r)$ n'ont de singularité que pour $r = 0$ et l'on a

$$G_n(r) = K_n r^{2-p} + \varphi_n(r)$$

(si $p = 2$, on remplacera r^{2-p} par $-\log r$), où K_n est défini par

$$K_n p(p+2)(p+4)\ldots(p+2n-4)\,2,\,4,\,6,\,\ldots,\,(2n-2) = \rho^{2n-2},$$

la fonction $\varphi_n(r)$ étant telle que $r^{p-2}\varphi_n(r)$ tende vers zéro avec r.

c. $G_n(r)$ décroît de $+\infty$ à 0 quand r croît de 0 à ρ.

d. Soit I_n l'intégrale de I_n dans Ω. On trouve aisément $I_n = (p-2)S_p K_{n-1}$ (si $p = 2$, on remplacera $(p-2)S_p$ par 2π).

II. Soient un domaine $\mathcal{D}$ de E_p, $u(P)$ une fonction réelle et uniforme dans $\mathcal{D}$ à laplacien continu, (S) l'hypersphère de centre M_0 et de rayon ρ intérieure à $\mathcal{D}$. La formule de Green appliquée aux deux fonctions $G_1(P)$ et $u(P)$ pour le domaine entre (S) et une sphère concentrique évanescente donne

$$(1) \qquad \frac{1}{S}\int_{(S)} u(m)\,d\sigma_m = u(M_0) + \frac{1}{(p-2)S_p}\int_\Omega G_1(P)\,\Delta u_P\,d\omega_P.$$

Supposons à $u(P)$ un laplacien itéré d'ordre $n+1$ continu dans $\mathcal{D}$. La formule de Green, appliquée au même domaine que ci-dessus aux deux fonctions $\Delta^{(q)}u(P)$ et G_{q+1} $(q \leqq n)$, donne

$$\int_\Omega [G_{q+1}(P)\,\Delta^{(q+1)}u(P) - G_q(P)\,\Delta^{(q)}u(P)]\,d\omega_P = -I_q\,\Delta^{(q)}u_0.$$

Si nous ajoutons les égalités obtenues pour $q = 1, 2, 3, \ldots, n$, nous aurons d'après (1) :

$$(2) \qquad \frac{1}{S}\int_{(S)} u(m)\,d\sigma_m = u_0 + B_1^p\rho^2\Delta u_0 + \ldots + B_n^p\rho^{2n}\Delta^{(n)}u_0 + \frac{1}{(p-2)S_p}\int_\Omega G_{n+1}(P)\,\Delta^{(n+1)}u(P)\,d\omega_P.$$

où

$$1 = B_n^p p(p+2)(p+4)\ldots(p+2n-2).2, 4, 6\ldots 2n.$$

La fonction $G_{n+1}(P)$ étant positive dans Ω, on peut appliquer la formule de la moyenne à l'intégrale du deuxième membre de (2). Le dernier terme au deuxième membre de (2) peut alors être remplacé par $B_{n+1}^p \rho^{2n+2} \Delta^{(n+1)} u(Q)$, Q étant un certain point de Ω. La formule (2) est de médiation superficielle. On en déduit une formule de médiation spatiale; si $\mathcal{V}$ est le volume du domaine Ω $[p\mathcal{V} = S_p \rho^p]$, on a

$$(3) \qquad \frac{1}{\mathcal{V}} \int_\Omega u(P)\, d\omega_P = u_0 + \frac{p}{p+2} B_1^p \rho^2 \Delta u_0 + \ldots + \frac{p}{p+2n} B_n^p \rho^{2n} \Delta^{(n)} u_0$$
$$+ \frac{p}{p+2n+2} B_{n+1}^p \rho^{2n+2} \Delta^{(n+1)} u(R),$$

R étant un certain point intérieur à Ω.

III. *Applications :*

a. Si $u(P)$ est n-harmonique dans $\mathcal{D}$, les formules (2) et (3) généralisent les formules classiques de Gauss.

b. Soient $\vec{L}$ une direction issue de M_0, Σ la sphère de centre M_0 et de rayon 1; $\vec{L}$ perce Σ en M; à ce point M, on associera les fonctions $\left(\frac{d^q u}{dL^q}\right)_0$, dérivées calculées en M_0 suivant $\vec{L}$.

Nous avons alors les diverses formes des laplaciens successifs :

$$\Delta^{(n)} u_0 = \frac{1}{(2n)!\, B_n^p . S_p} \int_\Sigma \left(\frac{d^{2n} u}{dL^{2n}}\right)_0 d\sigma_M.$$

c. Si $u(P)$ est analytique, (2) et (3) sont alors des développements illimités analogues à celui mentionné au début de cette Note.

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance de rayonnement d'une petite antenne oscillant en demi-onde*. Note [1] de M. S. **Sonoda**, transmise par M. G. Ferrié.

En vue de connaître le rayonnement d'une petite antenne oscillant en demi-onde, nous avons déterminé, par le tracé de la courbe de résonance, l'amortissement de ses oscillations. Pour éviter autant que possible les per-

---

[1] Séance du 21 juillet 1930.

turbations produites par les murs du laboratoire, nous avons fait cette étude pour les ondes entretenues très courtes d'un oscillateur de Pierret ([1]). La longueur d'onde était seulement $17^{cm},8$; elle a été déterminée par la mesure de l'internœud sur une ligne couplée de l'oscillateur.

Au milieu de l'antenne est intercalée une soudure thermo-électrique constituée par deux fils croisés de fer et de constantan, de longueur $0^{cm},5$ et de diamètre $0^{cm},005$. Deux des branches de la croix sont reliés aux deux moitiés de l'antenne, les deux autres, par des fils tordus ensemble, aux deux bornes d'un galvanomètre; les déviations de ce dernier mesurent le carré de l'intensité efficace au milieu de l'antenne. Les fils de jonction au galvanomètre étant attachés à l'antenne en un point dont le potentiel reste invariable, des ondes ne sont pas dérivées le long de ces fils et les oscillations de l'antenne ne sont pas troublées par eux.

L'antenne est disposée verticalement à 20^{cm} de l'oscillateur. Celui-ci, fonctionnant à amplitude et à fréquence constantes, nous avons, pour le tracé de la courbe de résonance, modifié la longueur de l'antenne. A deux des branches de la soudure thermo-électrique sont soudés de petits morceaux de tubes de laiton de $0^{cm},3$ de diamètre extérieur et de $1^{cm},1$ de longueur dans lesquels on entre, à frottement dur, des tiges de cuivre de diamètre $0^{cm},19$.

Nous déterminons la déviation du galvanomètre pour différentes longueurs de ces tiges.

Pour des ondes aussi courtes, on ne peut admettre que la longueur d'onde propre de l'antenne est le double de sa longueur. En effet la déviation du galvanomètre est maximum et l'antenne est en résonance lorsque sa longueur L est inférieure de $1^{cm},8$ à la demi-longueur d'onde $8^{cm},9$. ΔL étant cet écart, nous avons admis que la différence relative $\frac{\Delta L}{L}$ était, pour de petits écarts à la résonance, inversement proportionnelle à la longueur d'onde propre de l'antenne. Nous avons ainsi déduit cette longueur d'onde de la longueur de l'antenne.

En portant ces longueurs d'onde en abscisses et en ordonnées les déviations du galvanomètre, nous avons tracé la courbe de résonance; λ_0 étant la longueur d'onde de l'oscillateur; λ_1 et λ_2 celles de l'antenne pour lesquelles la déviation du galvanomètre est la moitié de celle qui correspond à la résonance, c la vitesse de propagation, l'amortissement α des oscillations

([1]) E. Pierret, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1601.

de l'antenne est

$$\alpha = \frac{1}{2} c\pi\lambda_0 \left(\frac{1}{\lambda_1^2} - \frac{1}{\lambda_2^2} \right).$$

Nous avons trouvé $\lambda_0 = 17^{cm},8$, $\lambda_1 = 15^{cm},81$, $\lambda_2 = 19^{cm},88$. Cinq séries d'expériences nous ont donné des valeurs de ces longueurs qui différaient de moins de $0^{cm},3$, les écarts étant d'ailleurs de même sens pour λ_0, λ_1 et λ_2.

La valeur trouvée pour l'amortissement est $\alpha = 0,123.10^{10}$.

Elle correspond à un décrément logarithmique $\delta = 0,729$.

L'amplitude d'une oscillation libre est à peu près moitié de l'amplitude de l'oscillation précédente.

Ce résultat obtenu, nous avons cherché à en déduire la résistance totale de l'antenne.

Les équations de propagation le long des fils d'oscillations sinusoïdales donnent

$$\alpha = \frac{r}{2l},$$

où r et l sont les résistance et self-induction par unité de longueur. Nous avons calculé par la formule de Neumann et pour un courant superficiel la self-induction totale de l'antenne en résonance en tenant compte du fait qu'elle est constituée par des parties de diamètres variés.

Nous obtenons pour la self-induction moyenne par unité de longueur

$$l = 6,05.10^{-9} \text{ henry},$$

ce qui correspond à une résistance rL de l'antenne égale à 105,5 ohms.

La formule de Stefan [1] donne pour la résistance ohmique, à la fréquence utilisée et en prenant pour la valeur de la perméabilité du fer en haute fréquence le nombre 74 mesuré par Laville [2], 5,5 ohms.

Il reste donc une résistance de rayonnement égale à 100 ohms.

Le calcul direct de la résistance de rayonnement, en considérant chaque élément du fil comme un doublet et en supposant que la perturbation des bouts est due à des capacités localisées, donne 121 ohms. Cette valeur est supérieure de 21 ohms à celle que nous avons déduite de la mesure de l'amortissement.

Cet écart est très explicable, car la valeur calculée à cause de la correc-

---

(1) H. Bouasse, *Ondes hertziennes*, p. 121 (Delagrave, éditeur).

(2) G. Laville, *Annales de Physique*, 10e série, 2, 1924, p. 391.

tion des extrémités est certainement trop grande. Pour faire le calcul, on est, en effet, obligé de supposer une distribution sinusoïdale du courant de demi-longueur d'onde supérieure à la longueur du fil et d'admettre une chute brusque jusqu'à zéro à l'extrémité. En réalité, l'intensité s'écarte de la répartition sinusoïdale assez loin de l'extrémité et arrive à zéro d'une manière continue. L'intensité près des bouts de l'antenne est donc inférieure à celle que nous avons admise. Il en résulte une trop grande valeur de la résistance calculée. L'erreur peut atteindre 21 ohms; la résistance de rayonnement change, en effet, beaucoup avec la distribution du courant, elle passe de 80 ohms pour une répartition en demi-onde, sans correction des extrémités, à 197 ohms pour un fil de même longueur le long duquel l'intensité conserverait une valeur uniforme.

PHYSIQUE ÉLECTRONIQUE. — *Les électrons dans les métaux et le rôle des conditions de réflexion sélective de Bragg.* Note de M. L. **Brillouin**, présentée par M. J. Perrin.

Considérons un réseau cubique, de maille d, et supposons que les inégalités du potentiel soient faibles; le potentiel électrique $P(x, y, z)$ sera une fonction triplement périodique (période d) des coordonnées. A travers ce réseau se meuvent des électrons libres, et nous voulons former l'onde ψ de Louis de Broglie qui leur correspond. Nous procéderons par approximations successives ([1]) en partant des ondes

$$\psi = A_0\, e^{-2\pi i(ax+by+cz)} \qquad (A_0 \text{ constant}), \tag{1}$$

relatives au cas où le potentiel est constant,

Il se produit alors une anomalie de dégénérescence (qui se résout par la méthode de Schrödinger), lorsque deux ondes a, b, c et a_1, b_1, c_1 peuvent être couplées entre elles; ceci a lieu si l'on a les conditions

$$a_1 - a + \frac{\alpha}{d} = 0, \qquad b_1 - b + \frac{\beta}{d} = 0, \qquad c_1 - c + \frac{\gamma}{d} = 0 \qquad (\alpha, \beta, \gamma \text{ entiers}), \tag{2}$$

([1]) R. Peierls, *Ann. der Physik*, 4, 1930, p. 124. Cet auteur a noté l'existence d'anomalies et la manière de les résoudre, mais il n'a pas vu le sens physique des conditions (2) et (3), ni leur relation avec les réflexions de Bragg.

en même temps qu'une faible différence d'énergie ε entre les ondes

$$(3) \qquad E = \frac{h^2}{2m}(a^2 + b^2 + c^2) = E_1 + \varepsilon, \qquad E_1 = \frac{h^2}{2m}(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2).$$

Prenons les valeurs (2) des a_1 et portons-les dans (3), nous trouvons

$$(4) \qquad \frac{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}{d^2} - \frac{2}{d}(a\alpha + b\beta + c\gamma) = \frac{2m\varepsilon}{h^2},$$

Les trois nombres entiers α, β, γ définissent un système de plans réticulaires dont l'équidistance est

$$(5) \qquad \delta = \frac{d}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}}.$$

Nos ondes ont, d'autre part, une longueur d'onde

$$(6) \qquad \lambda = \frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}.$$

Faisons $\varepsilon = 0$ dans la relation (4), et nous obtenons

$$(7) \qquad \lambda - 2\delta\cos\theta = 0,$$

où θ est l'angle des vecteurs (abc) et $(\alpha\beta\gamma)$ normaux aux plans d'onde et aux plans réticulaires; la condition (7) n'est autre que la fameuse *condition de Bragg*.

En résolvant ce cas de dégénérescence suivant la méthode de Peierls, on trouve une discontinuité de l'énergie; c'est dire qu'une certaine bande étroite d'énergie ne peut se présenter parmi les ondes se propageant dans le cristal; si une onde tombe, de l'extérieur, sur le cristal, et possède cette énergie (ou fréquence), elle ne pourra pénétrer et sera réfléchie totalement; c'est la réflexion sélective de Bragg, observée pour les électrons par Davisson et Germer.

Ces résultats généralisent pour le réseau à trois dimensions ceux que j'avais obtenus pour un réseau à une dimension ([1]), où l'équation d'onde est du type de Mathieu.

Quelles sont toutes les ondes présentant ce type d'anomalies? Considérons des axes rectangulaires a, b, c; l'espace ainsi obtenu est l'*extension en moments*, car a représente $\frac{p_x}{h}$; dans cet espace, traçons le réseau réciproque

---

([1]) *Statistiques quantiques*, Chap. VIII, § 7, p. 258 (Presses Universitaires, Paris, 1930).

du réseau cubique; c'est un nouveau réseau cubique, dont les points P ont les coordonnées $\frac{\alpha}{d}, \frac{\beta}{d}, \frac{\gamma}{d}$ ($\alpha\beta\gamma$ entiers). Chacun des vecteurs OP joignant l'origine à un point (α, β, γ) représente la normale à un système de plans réticulaires, et sa longueur est $\frac{1}{\delta}$.

Une onde (abc) pourra donner une anomalie (éq. 7) si le point abc se trouve sur un plan normal au milieu d'un des vecteurs OP. Ces plans d'anomalie sont donc parallèles aux plans réticulaires, et d'équidistance δ; l'origine est à mi-distance entre deux plans parallèles.

Lorsqu'on trace ces divers plans, on s'aperçoit qu'ils définissent une suite de polyèdres centrés sur l'origine et dont le volume intérieur est $\frac{p}{d^3}$, p entier; le volume contenu entre deux polyèdres consécutifs est $\frac{1}{d^3}$ et représente une *zone d'extension en moments*. Ces zones polyédriques assez compliquées viennent remplacer les segments entiers obtenus pour le réseau à 1 dimension ([1]). Les zones un peu éloignées du centre ont une forme à peu près sphérique, et une faible épaisseur. Écrivons que le volume intérieur au $p^{\text{ième}}$ polyèdre est $\frac{p}{d^3}$, nous obtenons

$$\frac{4}{3}\pi\rho^3 = \frac{p}{d^3}, \qquad \bar{\lambda} = \frac{1}{\rho} = d\left(\frac{4\pi}{3p}\right)^{\frac{1}{3}}, \tag{8}$$

ce qui nous donne le rayon moyen ρ et la longueur d'onde moyenne λ pour la $p^{\text{ième}}$ zone. Chaque zone est comprise entre deux surfaces polyédriques assez complexes, possédant certaines arêtes et sommets communs, de sorte que la zone se subdivise en un certain nombre de *sous-sections*; sur la surface polyédrique qui sépare une zone de la suivante, l'énergie subit une discontinuité.

STRUCTURES CRISTALLINES. — *Étude de cristaux α et β d'acides gras.* Note ([2]) de MM. **Jean Thibaud** et **F. Dupré La Tour**, transmise par M. Maurice de Broglie.

Nous avons montré précédemment ([3]) qu'il était possible de préparer des cristaux isolés d'acides gras saturés de dimensions appréciables et appartenant à deux types principaux bien définis que nous désignerons par

(1) *Statistiques quantiques*, p. 263, fig. 32.
(2) Séance du 21 juillet 1930.
(3) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 945.

α et β [1]. Le type α présente le maximum de stabilité, β au contraire n'est stable qu'en dessous d'une certaine température pour laquelle il se transforme en α.

La cristallisation lente à la température ordinaire donne des cristaux β avec l'acide stéarique et des cristaux α avec les acides palmitique et myristique. Avec les acides C_{18} et C_{16} nous avons pu obtenir des cristaux propres à une étude cristallographique : ils se présentent comme de petites tables en forme de losange, de $0^{mm},2$ à $0^{mm},5$ d'épaisseur et de 2^{mm} à 4^{mm} de longueur.

1° *Étude optique des cristaux : a. Cristal stéarique* β. — Monoclinique, il possède un plan de symétrie normal aux faces planes et passant par la bissectrice de l'angle *obtus* de ces faces. Angle aigu φ du losange : $\varphi = 74°30'$. Dièdre formé par les facettes latérales avec le plan des grandes faces : $\alpha = 71°14'$. L'approximation de ces mesures goniométriques ne dépasse pas $30'$.

Observés *en lumière convergente*, ces cristaux β (biaxes positifs) montrent, dans un coin du champ, les deux pôles des axes optiques disposés symétriquement par rapport à la ligne neutre, lorsque celle-ci est rectiligne. L'axe n_p de l'ellipsoïde des indices est contenu dans le plan de la lame cristalline (la bissectrice de l'angle aigu est direction principale). Le grand indice se projette (n'_g) suivant l'autre bissectrice.

b. Cristal palmitique α. — Monoclinique; le plan de symétrie passe ici par la bissectrice de l'angle *aigu* du losange, qui a pour valeur $\psi = 55° \pm 30'$.

En lumière convergente, l'apparence des cristaux α, optiquement positifs, diffère complètement de l'aspect des cristaux β précédents de sorte qu'il est aisé de distinguer au microscope polarisant le type d'un cristal : un seul pôle est maintenant visible, l'autre est situé en dehors du champ, tous les deux sur la ligne neutre. Le grand indice se projette suivant la bissectrice de l'angle aigu : c'est ici l'axe n_m de l'ellipsoïde des indices qui est situé dans le plan de la lame (direction principale = bissectrice de l'angle obtus).

c. Indices de réfraction. — Les indices ont été déterminés suivant deux directions principales des lames par la méthode de la frange de Becke. Voici les résultats :

$$C^{18}H^{36}O^{2}\beta \left\{ \begin{array}{l} n'_g = 1{,}535, \\ n_p = 1{,}510; \end{array} \right. \qquad C^{16}H^{32}O^{2}\alpha \left\{ \begin{array}{l} n'_g = 1{,}533, \\ n_m = 1{,}508. \end{array} \right.$$

Ces cristaux sont assez fortement biréfringents.

---

(1) Les types α, β et γ correspondent respectivement aux notations C, B et A de nos précédentes publications.

2° *Étude aux rayons X.* — Indépendamment des diagrammes de Laue, nous avons enregistré les diagrammes de rotation autour des diagonales des grandes faces. Certaines photographies, très belles, permettent de mesurer des strates de troisième et quatrième ordres, et de déterminer, à 1 pour 100 près, les périodes d'identité. Les mailles cristallines ont pour base des rectangles ayant les dimensions suivantes :

Cristal palmitique α $\begin{cases} a = 9,36\,\text{Å} \\ b = 4,95\,\text{Å} \end{cases}$ $S = 46,4(\text{Å})^2$; Cristal stéarique β $\begin{cases} a = 5,65\,\text{Å} \\ b = 7,36\,\text{Å} \end{cases}$ $S = 41,5(\text{Å})^2$.

En calculant les angles à partir de a et b, on trouve $\psi_\alpha = 55°45'$ et $\varphi_\beta = 75°$, valeurs en accord avec les mesures goniométriques précédentes.

Ces résultats numériques importants apportent un éclaircissement au désaccord entre les résultats de Müller relatifs à l'acide stéarique [1] et ceux de Brill et Meyer relatifs à l'acide laurique [2]. Par la comparaison de nos résultats aux leurs, on peut conclure que ces auteurs ont utilisé des cristaux qui n'appartenaient pas à la même forme : stéarique β pour le premier, laurique α pour les seconds. Ceci s'explique, puisque, comme nous l'avons observé, dans les cristallisations faites à la température ordinaire, l'acide stéarique apparaît sous la forme β, tandis que l'acide laurique ne peut être que α.

D'autre part il semble que, pour les acides C^{12}, C^{16}, C^{18}, les dimensions a et b de la base de la maille varient peu, dans une même forme cristalline, lorsqu'on passe d'un acide à l'autre : on a ainsi approximativement pour surfaces de ces bases $S_\alpha = 47(\text{Å})^2$, $S_\beta = 41(\text{Å})^2$. Comme l'espacement D des strates cristallins parallèles aux grandes faces diminue de 10 pour 100 environ lorsqu'on passe de la forme β à la forme α, il en résulte que le volume élémentaire SD de la maille doit être sensiblement constant dans l'une et l'autre forme. On doit s'attendre à trouver des densités très voisines pour les cristaux α et β.

Enfin, si l'on transforme, par chauffage à 48°, un cristal β stéarique en α, celui-ci perd sa transparence. L'angle du losange demeure égal à 75°; au microscope, le cristal prend un aspect craquelé; examiné aux rayons X il présente des anneaux de cristallisations confuses : on assiste à la dislocation du réseau primitif.

---

(1) *Proceedings Roy. Soc.*, **114**, 1927, p. 542.
(2) *Zeits. f. Kristal.*, **67**, 1928, p. 570.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur l'orientation des acides gras en contact avec une phase liquide.* Note de MM. **J.-J. Trillat** et **A. Nowakowski**, transmise par M. de Broglie.

Dans ce travail, nous avons cherché à étudier les divers facteurs qui règlent l'orientation des acides gras (stéarique, palmitique, laurique), lorsque ceux-ci sont en contact avec une phase liquide. Dans une première série d'expériences, nous avons étudié l'équilibre d'un film d'acide solide avec sa substance fondue; dans une autre série, nous avons examiné ce qui se passe lorsqu'une pellicule d'acide est orientée au contact de l'eau, d'un acide minéral (HCl), d'un acide organique ($CH^3 - COOH$) ou de solutions de soude.

Méthode utilisée. — Dans tous les cas, nous avons utilisé la méthode de la goutte tangente décrite par l'un de nous (J.-J. Trillat, *Comptes rendus*, 17 juillet 1928, p. 168; *Journ. de Phys.*, janvier 1929, p. 32). Le liquide servant à l'orientation est amené sous la forme d'une goutte, à la surface de laquelle on produit un film mince d'acide gras; dans le cas de l'équilibre acide liquide–acide solide, la substance est amenée à fusion par chauffage électrique et l'on provoque à la surface la formation d'un mince film solide au moyen d'un courant d'air convenablement réglé; dans les autres cas, on dépose sur la surface du liquide étudié, et préalablement chauffé, une petite quantité d'acide solide, qui fond, s'étale, et qu'on laisse ensuite refroidir lentement. Par suite de la courbure de la goutte, il suffit d'envoyer un pinceau horizontal de rayons X pour obtenir en des temps très courts (30 minutes) d'excellents diagrammes qui s'interprètent comme nous l'avons indiqué antérieurement (*loc. cit.*) (Raies KCu, 15 MA, 30 KV).

1. *Équilibre acide gras liquide-acide gras solide.* — Ce cas est intéressant, car il permet l'étude directe de la formation et de l'orientation des pellicules cristallines à partir de la substance fondue. Le résultat essentiel est que ces pellicules, surtout lorsqu'elles sont très minces (transparentes), donnent lieu à des raies d'orientation très intenses avec plusieurs ordres successifs de réflexion, raies qui sont par conséquent parallèles à la surface de la goutte fondue.

Le calcul donne comme distances réticulaires correspondant à ces raies des valeurs identiques à celles trouvées autrefois pour la longue période des acides gras (J.-J. Trillat, *Ann. de Phys.*, juillet 1926). Dans tous les cas, pour le même acide, on n'observe jamais qu'une même équidistance, ce qui prouve qu'il ne produit pas de polymorphisme dans ces conditions.

De plus, les anneaux de Debye-Scherrer, qui sont généralement très intenses sur les diagrammes relatifs à la surface d'un acide solidifié, sont ici d'intensités extrêmement faibles, et, dans certains cas (pellicules très minces), disparaissent même presque complètement et sont noyées dans le halo amorphe dû à la diffraction par le liquide sous-jacent. Ceci montre que ces films sont composés de petits cristaux extrêmement bien orientés.

On a étudié également l'influence d'une augmentation de température de la goutte. Il devient alors nécessaire de refroidir au moyen d'un courant d'air plus intense, et cet effet se traduit par l'apparition de cristaux plus gros et moins bien orientés autour de la normale à la surface libre du liquide (anneaux de Debye-Scherrer et taches de Laue).

2°. *Équilibres acide gras-liquides divers : a. Eau.* — On observe une bonne orientation des molécules d'acide gras normalement à la surface de l'eau; de plus, les petits cristaux prismatiques peuvent tourner autour de la normale à la surface du liquide (anneaux de Debye-Scherrer entourant les raies d'orientation).

On peut donc dire que ce résultat confirme entièrement ceux de Langmuir, et les étend au cas d'une pellicule d'épaisseur plus grande qu'un film monomoléculaire.

Au contraire, si l'on verse une très petite quantité d'acide fondu sur une goutte d'eau froide, la pellicule ne présente plus d'orientation au contact du liquide; on n'a plus qu'une structure microcristalline confuse. L'influence de la vitesse de cristallisation sur l'organisation moléculaire est donc très grande.

b. Eau + HCl *ou acide acétique.* — A mesure que la quantité de l'acide dissous croît, l'acide gras a de moins en moins tendance à s'étaler sous forme de pellicule homogène. Les diagrammes montrent alors que l'orientation due à l'eau subsiste toujours, mais que cette orientation est contrariée par une augmentation de la grosseur des cristaux et une répartition plus irrégulière de ceux-ci. La comparaison des clichés pris avec des pellicules formées sur l'eau pure est caractéristique à cet égard.

c. Eau + NaOH — (1, 10, 20, 50 %). — On obtient un résultat intéressant; le spectre formé est celui du sel de sodium (laurate Na : $d = 32,5$ Å au lieu de 26,8 Å pour l'acide laurique), qui vient former une fine pellicule à la surface de la goutte. Les longues chaînes sont orientées normalement à la goutte, l'extrémité Na étant en contact avec la solution sodique; la réaction ne devient visible sur les diagrammes que pour une concentration en NaOH supérieure à 10 pour 100. Le savon formé est par-

faitement orienté et stratifié, et l'aspect des diagrammes ressemble à celui obtenu avec des pellicules cristallines en équilibre avec leur substance fondue.

Cette méthode permet de mettre en évidence la réaction chimique relative à de faibles quantités de matière, et de déceler les phénomènes d'orientation qui l'accompagnent, ainsi que de mesurer la dimension des molécules du sel formé.

Conclusion. — Ces résultats montrent qu'il est possible, par la méthode de la goutte tangente, de suivre les divers facteurs qui règlent la formation des cristaux et l'orientation des molécules d'acides gras en contact avec divers liquides. Elles apportent une contribution nouvelle à l'étude de ces phénomènes physico-chimiques, si importants au point de vue des propriétés physiques, mécaniques et même chimiques des corps. Elles seront continuées par des recherches analogues, portant sur des substances à molécules symétriques allongées (diacides et carbures) et à molécules dissymétriques.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les piles* (1) *à cathode de sodium.* Note de M. **George-I. Costeanu.**

Les métaux alcalins et alcalino-terreux se déplacent réciproquement de leurs halogénures fondus.

C'est ce phénomène qui nous a conduit à étudier une série des piles du type suivant :

1° $CuO - LiCl.KCl - Na$,
2° $CuO - LiCl.KCl - NaPb$,
3° $CuO - LiCl - NaPb$,
4° $CuO - CaCl^2.KCl - NaPb$.

La réaction de décharge est donnée par la formule

$$CuO + 2Na + 2MCl = Cu + 2NaCl + M^2O.$$

Le bain s'enrichit alors en $NaCl$ et M^2O.

Pour l'étude de nos piles nous avons employé deux dispositifs : 1° le premier se compose d'un tube de verre en U, renfermant l'électrolyte. Dans une branche plonge l'anode, dans l'autre surnage le sodium. Ce dispositif a servi seulement pour l'étude de la première pile; 2° le second dispositif est un creuset en nickel de 60mm de haut,

(1) G.-J. Costeanu, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 35.

contenant l'électrolyte et deux vases poreux, disposés l'un en face de l'autre. Un de ces vases renferme la cathode et l'autre, plus grand, l'électrolyte et l'anode.

L'anode est un bâtonnet d'oxyde de cuivre 1 enroulé par un fil de cuivre qui sert de collecteur de courant.

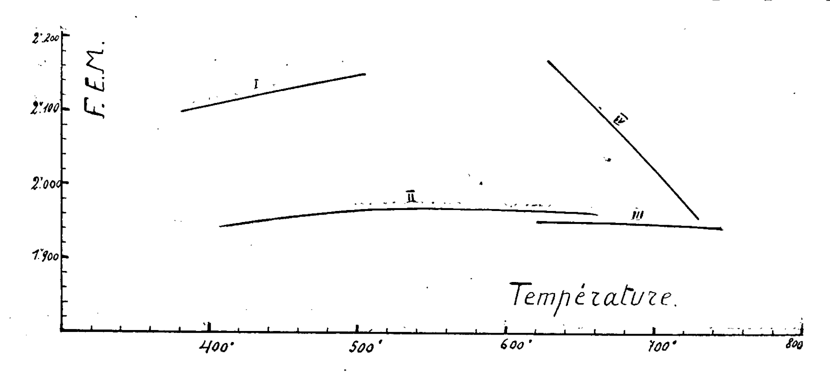
La cathode est soit le sodium, soit l'alliage NaPb à 25 pour 100 de sodium, préparé directement dans le vase poreux. Un tube de fer ou un fil de nickel conduit le courant à l'extérieur.

Le vase de pile est placé dans un récipient cylindrique en porcelaine, fermé hermétiquement par un couvercle d'amiante luté, chauffé par un enroulement de fil de nichrome et soigneusement calorifugé.

A travers le couvercle passent les électrodes, les tubes d'arrivée et de sortie du gaz et le couple thermo-électrique.

Toutes les mesures ont été faites dans une atmosphère d'azote soigneusement débarrassé d'oxygène. Dans les première et deuxième piles nous employons comme électrolyte le mélange eutectique de LiCl.KCl ($59^{mol},5$ pour 100 de LiCl et $40^{mol},5$ pour 100 de KCl), qui fond à 358°; dans la quatrième pile le mélange eutectique $CaCl^2$.KCl ($82^{mol},5$ pour 100 de $CaCl^2$ et $17^{mol},5$ pour 100 de KCl), qui fond à 608°.

Pour l'étude de la première pile — CuO — LiCl.KCl — Na, nous avons employé les deux dispositifs décrits plus haut. A l'aide du premier dispositif la pile atteint très vite l'équilibre et donne une force électromotrice de l'ordre de 2,360 volts. Avec le deuxième dispositif l'équilibre n'est atteint qu'au bout de deux heures, et la force électromotrice est un peu plus petite.



La courbe I donne la moyenne de nos mesures faites entre 380-504°. La force électromotrice est donnée par la formule

$$E = 2,099 \text{ volts} + 0,0004113(t - 380°).$$

Sur 20 ohms la pile débite très régulièrement pendant 3 heures :

A 474°	Force électromotrice	2,138 volts
	Intensité	92 milliampères
	F. B.	1,903 volt

Dans la même pile nous avons remplacé le sodium par l'alliage Na-Pb, ce qui nous permettait alors de faire des mesures à des températures où la tension de vapeur du sodium commence à être appréciable.

La pile atteint l'équilibre au bout de 2 heures et demie à 3 heures; il y a alors une montée très brusque de la force électromotrice.

Les résultats sont portés sur la courbe II qui présente un faible maximum vers 540°.

Sur 20 ohms la pile débite très régulièrement pendant 4 heures :

A 620°	Force électromotrice	1,960 volt
	Intensité	87 milliampères
	F. B	1,902 volt

La polarisation est plus grande si l'on fait débiter l'élément à une température plus basse.

Dans une troisième pile nous avons pris comme électrolyte le chlorure de lithium seulement. Si l'on regarde la courbe III qui donne la moyenne des résultats, on constate qu'elle est presque le prolongement de la deuxième courbe. Avant d'atteindre l'équilibre, la force électromotrice décroît au début jusqu'à un minimum qui n'est pas toujours le même et ensuite elle remonte assez vite et atteint l'équilibre au bout de 3 heures.

Sur 20 ohms elle débite régulièrement pendant 4 heures :

A 714°	Force électromotrice	1,950 volt
	Intensité	92 milliampères
	F. B	1,926 volt

Après plusieurs heures de débit l'alliage s'épaissit.

Enfin la courbe IV donne les mesures faites sur la pile :

$$CuO - CaCl^2.KCl - NaPb:$$
$$E = 2^{\circ},168 - 0,002058\,(t - 628^{\circ}).$$

Sur 20 ohms la pile débite assez régulièrement pendant 3 heures :

A 640°	Force électromotrice	2,145 volts
	Intensité	92 milliampères
	F. B	2,000 volts

Dans le vase poreux qui renferme l'anode on trouve toujours du cuivre réduit et l'électrolyte est fortement coloré en rouge.

PHOTOCHIMIE. — *Sur l'absorption de la lumière ultraviolette par les iodures d'alcoyle.* Note de M. **Guy Emschwiller**, transmise par M. Georges Urbain.

On s'est depuis longtemps proposé d'établir des relations entre les spectres d'absorption des corps et leur constitution chimique, mais maintenant encore le problème apparaît singulièrement complexe. Si des interprétations énergétiques sont possibles quand les spectres sont formés de bandes résolubles en raies fines, on sait peu de choses dans les autres cas, et l'on doit le plus souvent se borner à des rapprochements entre corps présentant des analogies de structure. Ainsi les iodures d'alcoyle ont un spectre d'absorption qui apparaît continu, aussi bien à l'état liquide qu'à l'état gazeux.

L'absorption des iodures d'alcoyle n'a guère fait l'objet que d'observations partielles, le plus souvent qualitatives et en présence d'un solvant. J'en ai entrepris l'examen systématique, dans l'ultraviolet, en l'absence de tout diluant; ces recherches ont porté sur les iodures de méthyle, d'éthyle, de propyle et de butyle, et aussi sur l'iodure de méthylène et sur l'iodobenzène.

J'ai mesuré les constantes d'absorption de tous ces iodures à l'état liquide, sous des épaisseurs variant entre 2^{mm} et 16^{mm}, à diverses températures, par la méthode photographique, en utilisant le microphotomètre enregistreur de Lambert et Chalonge; j'ai employé comme source continue d'ultraviolet une lampe à hydrogène.

Les résultats des mesures effectuées à 20° sont consignés dans le tableau suivant :

k.	log *k*.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
17,4.....	1,241	3360	3370	3340	3340	3330	3455	3440	3610	4060	3500
10,4.....	1,018	3400	3410	3375	3375	3370	3495	3480	3660	4105	3545
6,96....	0,843	3430	3445	3410	3410	3405	3530	3515	3705	4140	3580
5,2.....	0,717	3455	3470	3435	3435	3430	3555	3540	3740	4165	3610
3,48....	0,542	3495	3510	3475	3475	3470	3595	3580	3780	4195	3650
2,6.....	0,416	3520	3535	3500	3500	3495	3620	3605	3815	4220	3675
1,74....	0,241	3550	3570	3535	3535	3530	3655	3640	3860	4255	3710
1,3.. ..	0,115	3575	3595	3560	3560	3550	3685	3670	3890	4280	3740
0,87....	$\bar{1}$,940	3615	3635	3600	3600	3590	3720	3705	3935	4310	3775
0,435...	$\bar{1}$,639	3670	3695	3660	3660	3655	3780	3765	4010	4370	3840
0,18...	$\bar{1}$,260	3750	3775	3740	3740	3735	3860	3845	4110	4450	3920

Les longueurs d'onde sont exprimées en unités angströms; k, constante d'absorption; 1, iodure de méthyle; 2, iodure d'éthyle; 3, iodure de propyle; 4, iodure de butyle; 5, iodure d'isobutyle; 6, iodure d'isopropyle; 7, iodure de butyle secondaire; 8, iodure de butyle tertiaire; 9, iodure de méthylène; 10, iodobenzène.

On remarque que les dérivés iodés primaires se comportent en somme sensiblement de la même manière; les dérivés secondaires absorbent davantage et l'iodure tertiaire plus encore.

La loi de variation des constantes d'absorption avec la longueur d'onde est de la forme

$$\log k = a - b.\lambda,$$

a et b étant des constantes positives dont la valeur dépend de la nature du dérivé et peut être calculée à 20° au moyen des données ci-dessus. J'ai reconnu que cette loi est valable dans un large domaine de radiations et permet ainsi le calcul par extrapolation des valeurs des constantes d'absorption. La vérification est excellente pour l'iodobenzène sous 250^{mm} d'épaisseur.

Quantité de lumière absorbée pour 100.	k.	Log$k$.	Longueur d'onde. Calculée.	Mesurée.
87,5	0,083	$\bar{2}$,92	3992	3995
50	0,028	$\bar{2}$,448	4092	4095
25	0,012	$\bar{2}$,069	4172	4175

Pour les radiations de longueurs d'onde plus élevées, il faudrait opérer sous des épaisseurs encore plus grandes. En tout cas mes mesures font apparaître une variation continue de l'absorption et ne confirment pas l'existence des limites proposées par T. Iredale et W. N. W. Wallace [1].

Mes observations sur les iodures d'alcoyle à l'état gazeux montrent que l'absorption continue longtemps à croître de façon exponentielle quand la longueur d'onde diminue. Toutefois l'absorption passe par un maximum, puis par un minimum. J'ai déterminé la position du maximum pour les différents dérivés.

Iodures primaires	Méthyle, éthyle, propyle, butyle	2570 angströms
	Isobutyle	2550 »
Iodures secondaires	Isopropyle	2620 »
	Butyle	2595 »
	Iodure de butyle tertiaire	2680 »

(1) *Philosophical Magazine*, 7e série, 8, 1929, p. 1093.

L'absorption des iodures d'alcoyle augmente avec la température ; de l'ensemble des mesures effectuées à des températures comprises entre 20° et 110°, il résulte que l'effet est sensiblement le même pour tous ces composés. La longueur d'onde des radiations correspondant à un même coefficient d'absorption est augmentée d'environ 12 angströms par élévation de température de 10°. Je n'ai pu mettre en évidence un déplacement sensible du maximum d'absorption avec la température.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide naphtyl-β-glyoxylique et quelques dérivés de cet acide*. Note (¹) de Mlle **L. Popovici.**

Nous avons exposé (²) les résultats obtenus au cours de recherches concernant la réduction des semicarbazones des acides α-cétoniques appartenant aux séries aliphatique et benzénique. La présente Note a d'abord pour but l'extension de la même étude à la série naphtalénique et nous avons choisi, comme acide α-cétonique, l'acide naphtyl-β-glyoxylique

$$C^{10}H^{7}.CO.CO^{2}H.$$

Cet acide n'avait pas encore été obtenu pur. Rousset, qui avait tenté sa préparation en appliquant au naphtalène la méthode de Bouveault, n'avait eu qu'un composé huileux, mélange du produit cherché avec son isomère α.

Nous avons réussi à obtenir l'acide pur en oxydant la β-méthylnaphtylcétone par le permanganate de potassium en solution alcaline, en opérant à la température de fusion de la cétone à oxyder (53°).

Après purification, par cristallisation dans le benzène, l'acide naphtyl-β-glyoxylique se présente en cristaux fondant à 171°, très solubles dans l'éther, l'alcool, le benzène, très peu soluble dans l'eau. Ses sels alcalins sont solubles dans l'eau, les autres (Ca, Ba, Mg, Pb, Ag) sont insolubles.

I. Partant de cet acide, nous en avons préparé la semicarbazone et la thiosemicarbazone; les acides semicarbazide et thiosemicarbazide; la dioxytriazine et la sulfoxytriazine correspondantes.

La semicarbazone fond à 230°; elle est très peu soluble dans l'eau et les liquides organiques; seul, l'alcool la dissout un peu à chaud et moins à froid, ce qui en facilite la purification.

(¹) Séance du 21 juillet 1930.

(²) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 186; et **190**, 1930, p. 1019.

La thiosemicarbazone est jaunâtre ; elle fond à 226° et présente des solubilités de même ordre que celles de la semicarbazone.

II. Ces deux composés, réduits par l'amalgame de sodium, donnent respectivement l'acide semicarbazide naphtyl-β-glyoxylique (I), et l'acide thiosemicarbazide naphtyl-β-glyoxylique (II) :

$C.CH.CO_2H$
$NH.NH.CO.NH_2$
(I).

$C.CH.CO_2H$
$NH.NH.CS.NH_2$
(II).

Ces acides fondent à 226° et 216° ; ils réduisent le réactif de Nessler et sont également oxydés par l'iode en milieu alcalin.

III. Sous l'action de la soude diluée et à chaud, la semicarbazone et la thiosemicarbazone, décrites plus haut, se déshydratent en se cyclisant et donnant respectivement la dioxytriazine (III) et la sulfoxytriazine (IV) correspondantes :

C—C(CO—NH, N—NH)CO
(III).

C—C(CO—NH, N—NH)CS
(IV).

Ces nouveaux composés fondent respectivement à 289° et 274°. Comme les composés analogues déjà signalés par M. J. Bougault, ces corps sont des acides faibles, et sont susceptibles de donner deux séries d'éthers : nous avons préparé, avec la naphtyl-β-dioxytriazine, un éther monobenzylique fondant à 217° et un éther dibenzylique fondant à 179°.

Les sulfoxytriazines, oxydées par l'hypobromite de sodium, peuvent, comme l'a montré M. Daniel [1], être transformées en dioxytriazines correspondantes ; la naphtyl-β-sulfoxytriazine obéit à la règle générale et a fourni, par cet oxydant, la naphtyl-β-dioxytriazine.

---

(1) L. Daniel, *Thèse de doctorat en Pharmacie*, Paris, 1928.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'autoxydation de l'hydroquinone.* Note [1] de M. **Albert Saint-Maxen**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Nous avons montré [2] que l'addition ménagée de soude caustique à des solutions d'hydroquinone de concentration constante et maintenues saturées d'oxygène provoque l'oxydation de l'hydroquinone, la vitesse de réaction étant proportionnelle à la quantité de soude introduite. En solutions alcalines plus concentrées, la relation de proportionnalité n'est plus vérifiée. Il m'a donc semblé intéressant de poursuivre l'étude de cette oxydation dans un domaine plus étendu.

Comme précédemment, j'ai opéré sur des solutions contenant toutes la même quantité d'hydroquinone — soit $5^g,5$ par litre — et des quantités croissantes de soude caustique. La vitesse d'oxydation, déterminée au moyen de la méthode pneumatique [3], croît, ainsi qu'il a été dit, proportionnellement à la quantité de soude introduite, tant que le rapport moléculaire $\frac{\text{soude}}{\text{hydroquinone}}$ n'excède pas 0,2. Au delà de cette valeur, la vitesse augmente moins rapidement, tend vers une limite atteinte pour la valeur 0,6; puis décroît lentement dès qu'on dépasse la valeur 1.

Ces variations sont représentées sur le diagramme ci-contre.

Ce résultat ne peut s'expliquer simplement qu'en admettant la formation, entre l'hydroquinone et la soude, d'une combinaison facilement oxydable. C'est pourquoi j'ai complété cette étude en cherchant à mettre en évidence de telles combinaisons par les procédés habituels de l'analyse physico-chimique.

En premier lieu, sur les liqueurs définies plus haut, j'ai procédé, en l'absence d'oxygène, à des mesures de conductibilité électrique. La courbe représentative, figurée sur le même graphique, présente un angle très net, correspondant au dérivé monosodique et un changement d'orientation moins accusé montrant la formation d'une combinaison disodique. Ces faits sont bien conformes aux propriétés chimiques de l'hydroquinone [4].

---

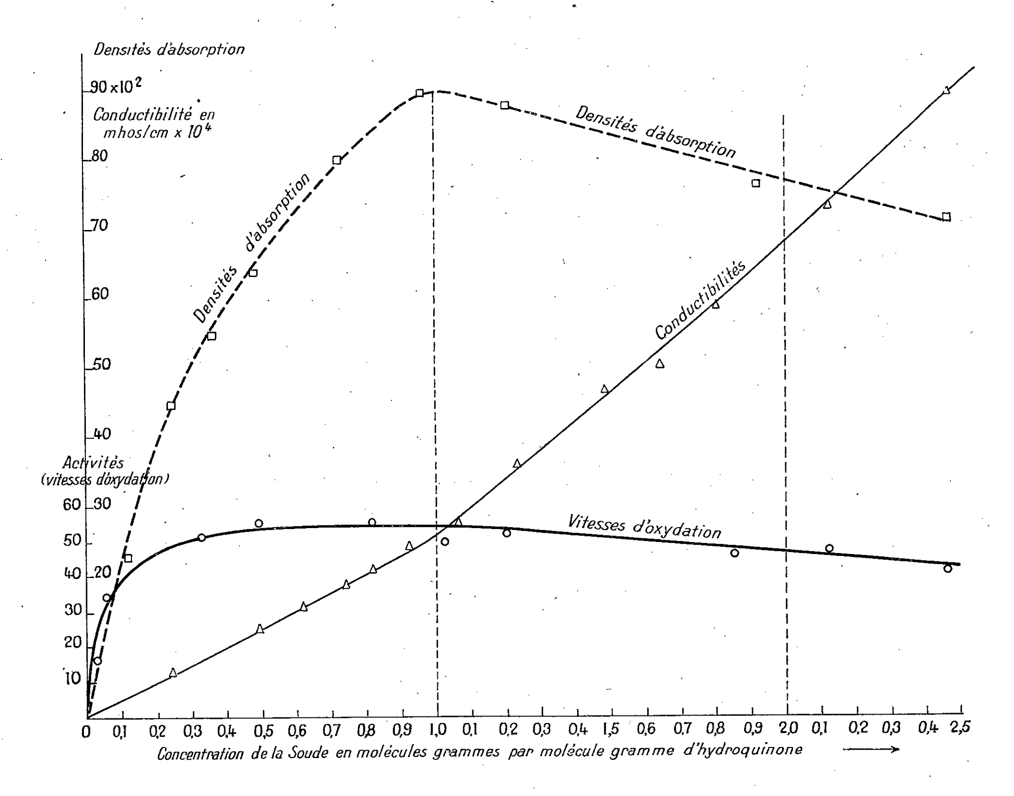
(1) Séance du 21 juillet 1930.

(2) René Dubrisay et Albert Saint-Maxen, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 694.

(3) André Job, *Comptes rendus*, **142**, 1906, p. 1403.

(4) En particulier, l'isolement du dérivé disodique de l'hydroquinone a été réalisé par de Forcrand, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, **30**, 1892, p. 66 et 68.

D'autre part, les mêmes liqueurs, préparées par le mélange, effectué en atmosphère d'azote exempt d'oxygène, de deux solutions incolores d'hydroquinone et de soude, présentent une coloration jaune brun. L'étude des variations de la densité d'absorption lumineuse (¹), en fonction du rapport moléculaire $\frac{\text{soude}}{\text{hydroquinone}}$, pour la longueur d'onde 4800 U. A. (²), vient



confirmer les résultats antérieurement trouvés. Un angle très net apparaît sur la courbe, manifestant l'existence d'une combinaison équimoléculaire de soude et d'hydroquinone; par contre, aucun changement apparent ne se produit au moment de la saturation de la seconde fonction phénolique.

(¹) Rappelons que sous le nom de densité d'absorption, on désigne la grandeur définie par la relation $\delta = \log \frac{I_0}{I}$ dans laquelle I_0 désigne l'intensité incidente et I l'intensité transmise.

(²) Pour cette longueur d'onde, l'absorption d'une solution d'hydroquinone pure est négligeable, tandis que celle d'une solution d'hydroquinone et de soude est maximum.

On ne saurait attribuer le changement de coloration constaté à une oxydation partielle du diphénol, car j'avais soin, comme il a été dit, d'opérer à l'abri de l'oxygène; en outre, la coloration jaune, qui apparaît par addition de soude caustique à une solution d'hydroquinone, disparaît lorsqu'on neutralise l'alcali introduit par addition d'une quantité équivalente d'acide.

J'ai même pu étudier spectrographiquement, pour la région 2200 — 3150 U. Å., les modifications apportées, par l'addition de soude caustique, du spectre d'absorption d'une solution aqueuse d'hydroquinone pure et l'identité du spectre de cette dernière solution avec celui d'une solution sodique dans laquelle l'alcali a été neutralisé par un acide. Aucune modification de ce genre ne se produit avec une solution de quinone.

Je me réserve de discuter en détail ces divers résultats. Je me bornerai à signaler ici, outre la convergence des conclusions résultant de l'examen des trois courbes figurées sur le diagramme, le parallélisme entre les variations de l'absorption et celles de la vitesse d'oxydation des solutions étudiées et à proposer, de cette particularité l'interprétation suivante :

Les solutions d'hydroquinone pure s'oxydant très lentement, si nous supposons la vitesse d'oxydation du dérivé monosodique considérable, et celle du dérivé disodique, au contraire, très faible ou négligeable, on conçoit que la vitesse commence par croître rapidement lorsque la proportion de soude favorise la formation du premier dérivé tandis qu'elle demeure stationnaire, puis commence à décroître dès que la combinaison disodique commence à se former.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude systématique de la condensation des monocétones aromatiques avec les amines aromatiques tertiaires, sous l'action du chlorure d'aluminium.* Note ([1]) de MM. **Ch. Courtot** et **V. Oupéroff**, transmise par M. Delépine.

La faculté toute particulière du groupement carbonyle de donner, en présence de chlorure d'aluminium, des produits de condensation avec les amines aromatiques tertiaires est connue depuis longtemps.

La Badische Anilin u. Soda Fabrik dans son brevet n° 27789 ([2]) revendique, comme agent de condensation des dérivés *p*-aminés et alcoylaminés de la benzophénone avec les amines aromatiques tertiaires, à côté des dérivés halogénés ou oxyhalogénés du phosphore, le phosgène, l'acide sulfurique et enfin le chlorure d'aluminium, mais, en

([1]) Séance du 16 juillet 1930.
([2]) Friedländer, 1, p. 80.

réalité, dans les sept exemples donnés par le brevet, aucun ne comporte effectivement Cl^3Al. Haller et Guyot [1], en conclusion d'une remarquable étude sur une extension de la réaction de Friedel et Crafts, précisent même de la façon suivante : « nous ne sommes pas arrivés, en présence de Cl^3Al dans aucun cas, à condenser son dérivé tétraméthyl-diaminé : la cétone de Michler », alors que la condensation de la diméthylaniline avec la benzophénone a lieu facilement, mais conduit anormalement à un composé sur lequel nous reviendrons dans cette Note. Là se borne l'expérimentation avec les monocétones. Ces savants ont étudié par contre l'action de la diméthylaniline sur différentes dicétones, en particulier l'isatine, l'indigo, le benzile, l'anthraquinone, l'*o*-dibenzoylbenzène, le phénylglyoxylate d'éthyle, l'oxalate d'éthyle, en utilisant toujours Cl^3Al^3, et ces chimistes font remarquer que le carbonyle de toutes les molécules sur lesquelles ont porté leurs expériences présentent un caractère négatif assez prononcé.

Comme on le voit par ces prémisses historiques, l'étude systématique de la condensation des *monocétones* avec les amines aromatiques tertiaires sous l'influence de Cl^3Al fait défaut et nous nous sommes proposé de rechercher les facteurs constitutionnels qui déterminent le CO, dans cette série, à réagir sur l'hydrogène en para du groupement dialcoylaminé des amines tertiaires.

Dans cette Note, nous communiquerons les résultats obtenus avec la benzophénone, la diméthylaminobenzophénone, la cétone de Michler, la phényl-α-naphtylcétone, la phényl-β-naphtylcétone et la fluorénone, d'une part, et la diméthylaniline, d'autre part.

1° *Condensation de la benzophénone.* — Haller et Guyot [1] ont obtenu exclusivement le *p*-diméthylaminotriphénylméthane (F. = 132°) que nous avons retrouvé également en opérant à 75°-85°. Mais en effectuant la réaction à 40°-50° nous nous arrêtons commodément au *p*-diméthylaminotriphénylcarbinol (F. = 92°-93°) ou à l'amine correspondante

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!N - C^6H^4 - \underset{\underset{(C^6H^5)^2}{\|}}{C} - NH^2$$

2° *Condensation de la diméthylaminobenzophénone.* — Déjà un groupement diméthylaminé, placé en para dans la benzophénone, met un obstacle sérieux à la condensation. On n'a pu, quelles que soient les conditions de température (intervalle, 30-110°), obtenir que des traces de vert malachite caractérisé cependant nettement par son spectre d'absorption (maxima d'absorption à $\lambda = 618$).

3° *Condensation de la cétone de Michler.* — Avec deux groupes diméthylaminés, l'observation de Haller et Guyot est complètement vérifiée : aucune condensation. Il se forme pourtant un colorant sur la nature duquel nous reviendrons par la suite,

(1) *Comptes rendus*, 144, 1907, p. 947.

mais qui provient uniquement de l'attaque de la diméthylaniline elle-même. Ce phénomène a été observé (avec une intensité variable) dans toutes nos condensations.

4° *Condensation de la phényl-α-naphtylcétone.* — La condensation, effectuée à 40°-50°, conduit au *p*-diméthylaminodiphénylnaphtylcarbinol, que nous avons isolé à l'état de chlorhydrate combiné au chlorure de zinc. Le chlorozincate du colorant se présente sous forme de poudre d'un rouge vif, soluble dans l'eau, mais précipitable par Cl Na.

A 80-90°, la condensation est de nouveau aberrante comme dans le cas de la benzophénone, et nous observons la formation du produit de réduction du carbinol — le *p*-diméthylaminodiphénylnaphtylméthane, cristaux incolores (F. = 163°-164°), difficilement solubles dans l'alcool, plus difficilement dans l'éther et assez solubles dans le benzène. Nous nous proposons de rechercher le mécanisme de cette réduction.

5° *Condensation de la phényl-β-naphtylcétone.* — La condensation, commencée à température ordinaire, est exothermique. La température monte progressivement à 25° et s'y maintient pendant une heure. On observe, après le traitement habituel, la formation du carbinol avec un rendement supérieur à celui observé pour le dérivé α et le phénomène de réduction du carbinol en dérivé méthanique n'a pas lieu. Le colorant (chlorure ou chlorozincate) est rouge bleuté plus foncé que le dérivé α.

6° *Condensation de la fluorénone.* — Dans le cas de cette cétone, la réaction est très exothermique, provoquant l'ébullition de l'éther employé comme solvant. Le *p*-diméthylaminophényldiphénylènecarbinol n'a été qu'entrevu; la condensation va facilement plus loin pour donner naissance au *p.p'*-tétraméthyldiaminodiphényldiphénylèneméthane qui cristallise en belles aiguilles incolores, fusibles à 161°, solubles à chaud dans l'éther, le benzène, l'alcool.

MÉTÉOROLOGIE. — *Ionisation et champ électrique à El Goléa; l'éclair visible à* 800^{km}; *mirages en automobile; condensation dans les dunes du Grand Erg.* Note [1] de M. **Jean Lugeon**, transmise par M. G. Ferrié.

Du 21 octobre au 13 novembre 1929, je fis avec mes collaborateurs Nicola de Lausanne et Waldmann de Zurich 50 mesures de petits ions, 20 de gros ions des deux signes, avec un aspirateur d'Ebert et un condensateur Langevin à capacité de 9^{cm} et 176^{cm}, et 500 lectures du champ électrique à l'électromètre bifilaire relié à un fil horizontal de 15^{m} avec égaliseur radioactif. Ces observations furent faites de jour et de nuit dans la palmeraie et au sommet du Ksar, colline dominant de 100^{m} le Grand Erg :

(1) Séance du 16 juillet 1930.

Nombre total moyen de petits ions + par cm³ .... 1659 $\left(\frac{\overset{+}{n}}{\overset{-}{n}} = 2,03\right)$
» — par cm³ 819

Nombre total moyen de petits ions + par cm³ de jour....... 1749
» — par cm³ » 795
» + par cm³ de nuit....... 1444
» — par cm³ » 702

Rapport entre la nuit et le jour : $\frac{\overset{+}{n}\text{ nuit}}{\overset{+}{n}\text{ jour}} = 0,83$; $\frac{\overset{-}{n}\text{ nuit}}{\overset{-}{n}\text{ jour}} = 0,88$.

L'ionisation pour les ions des deux signes est plus forte de jour que de nuit au Sahara. C'est l'inverse de ce que j'avais trouvé au Mont Blanc. Les amplitudes journalières sont beaucoup plus faibles que dans les hautes altitudes. Les maxima et les minima ont été trouvés au Ksar :

Maximum $\overset{+}{n}$ 2610, le 4 novembre à 17ʰ.
» $\overset{-}{n}$ 1291, le 6 novembre à 17ʰ,
Minimum $\overset{+}{n}$ 780, le 28 octobre à 19ʰ,
» $\overset{-}{n}$ 405, le 1ᵉʳ novembre à 15ʰ.

Nombre total moyen de gros ions + par cm³...................... 15200
» — par cm³...................... 15000

Maximum gros ions + 28600, le 28 octobre à 16ʰ,
» gros ions — 25000, le 1ᵉʳ novembre à 11ʰ,
Minimum gros ions + 3120, le 30 octobre à 18ʰ,
» gros ions — 4455, le 1ᵉʳ novembre à 14ʰ.

Valeur moyenne du champ électrique : 59 volts par mètre; maxima moyens, 74 v/m; minima moyens, 24 v/m.

Au cours d'une nuit sereine et calme nous observâmes du haut du Ksar un rideau phosphorescent de 3 à 5 degrés de hauteur, tendu sous une ouverture de 20° à l'horizon nord-ouest. Sa teinte variait de l'olive à la couleur de l'opale. Jusque vers 1ʰ du matin, aucune silhouette ne se profilait sur cette section de l'horizon, qui semblait parfaitement plane. De jour, d'ailleurs, on ne remarquait point d'aspérité dans le lointain tour d'horizon d'El Goléa.

Mais subitement quelques éclairs nous firent découvrir, à l'intérieur même du rideau lumineux, une vaste chaîne de montagnes, hérissée de nombreux pics. Comme nous n'étions certainement pas sous le coup d'une illusion d'optique locale, j'en conclus que cette chaîne ne pouvait qu'être le Grand Atlas, situé à 800ᵏᵐ. La courbure de la Terre n'eût jamais permis

de la percevoir au travers d'une atmosphère théoriquement transparente, puisqu'à cette distance son plus haut sommet se trouvait à 40^{km} sous l'horizon d'El Goléa. Nous étions donc en présence d'un gigantesque mirage nocturne.

J'aurais douté de cette explication si, deux jours plus tard, le même phénomène n'était réapparu, tout aussi net, tandis que l'*atmoradiographe* témoignait par sa grande agitation de décharges orageuses lointaines. La direction que je relevais sur la carte à l'aide d'une boussole coïncidait effectivement avec celle de l'Atlas. Il en était de même des parasites reçus au cadre radiogoniométrique.

Ce phénomène surprenant d'une chaîne de montagnes de tout temps invisible de jour, merveilleusement nette de nuit à 800^{km}, à la lueur de la foudre qui la frappe, me fut doublement confirmé plus tard, par l'examen des cartes du Service Météorologique Algérien, qui ne relèvent des orages que dans les parages du Haut Atlas.

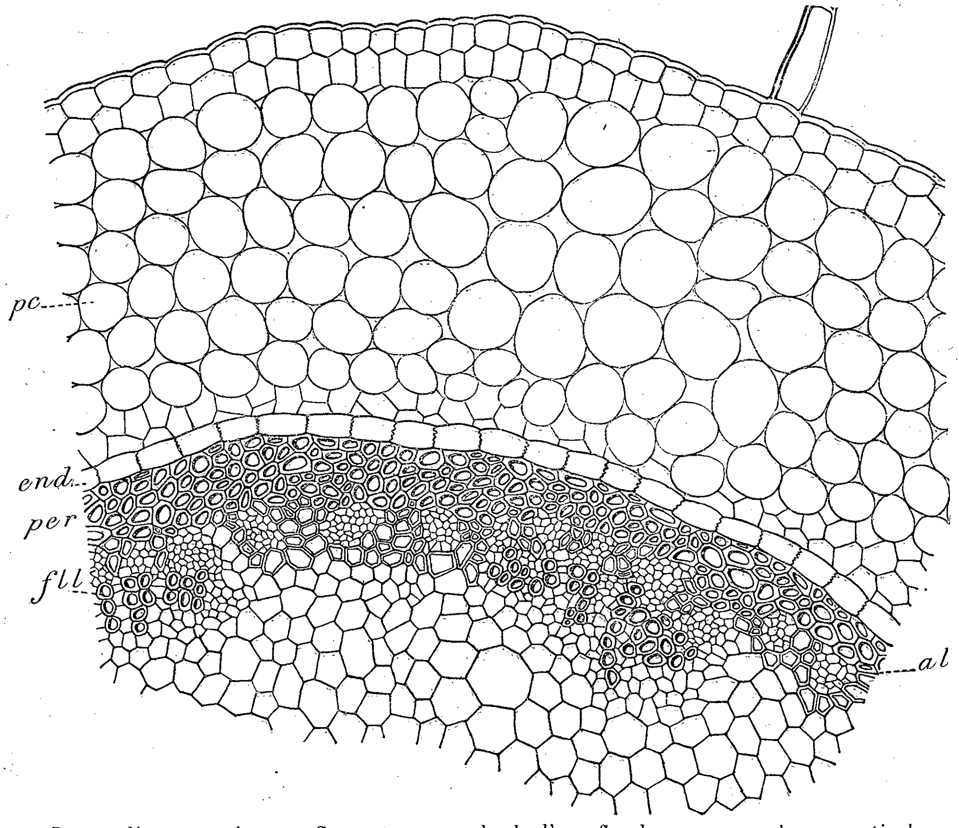
En traversant le désert nous observâmes plusieurs mirages dont un d'une étendue d'au moins 60^{km}. Il est intéressant de noter que ces phénomènes optiques subsistent quelle que soit la vitesse de l'observateur. A 50 km/h, la surface miroitante ondulait régulièrement. Mais ces ondes s'effaçaient sitôt que la vitesse du véhicule tombait au-dessous de 25 km/h.

Au couchant d'une journée fraîche, sans précipitations et par vent du Nord, je pus noter au revers d'une dune du Grand Erg, à quelques kilomètres d'El Goléa, une différence de température de 12° entre la masse interne de la dune et une croûte superficielle de sable d'une dizaine de centimètres d'épaisseur. Cette croûte était si humide qu'on eût pu la croire détrempée par une forte pluie. Comme il n'avait pas plu, c'était là à un phénomène très net de condensation de la vapeur d'eau atmosphérique que j'avais affaire : le contact de courant d'air froid du Nord avec la chaleur montante de la dune. Cette zone humide n'existait d'ailleurs qu'au bas du revers de la dune, très près de la région calme du tourbillon horizontal. Rendu attentif, je parcourais 10^{km} de dunes. Sur plusieurs revers, je retrouvais la même couche humide, recherchée jusqu'à 50^{m} de distance par les racines rampantes et superficielles des rares arbustes rencontrés.

BOTANIQUE. — *Particularités structurales de l'axe floral du* Ramondia pyrenaica *Rich.* Note de MM. **René Girard** et **Robert Lemesle**, transmise par M. J. Costantin.

Dans un précédent travail (¹), nous avons décrit la polystélie de la souche du *Ramondia pyrenaica* Rich. La présente Note aura pour but de signaler les particularités structurales de la hampe florale laquelle reste monostélique.

En dedans d'un épiderme à cellules plus ou moins bombées extérieurement et pourvues d'une mince cuticule, se trouve un parenchyme cortical qui se compose d'élé-



Ramondia pyrenaica. — Coupe transversale de l'axe floral : *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *fll*, faisceau libéro-ligneux; *al*, amas libérien. Gr. : 130.

ments ovoïdes limitant des méats. On remarque, à l'intérieur de cette zone, un endoderme différencié à parois radiales plissées et subérifiées.

(¹) R. Girard et R. Lemesle, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 67.

Vient ensuite un puissant cercle continu de tissu sclérifié dont la zone externe péricyclique *per* se compose d'éléments à parois épaisses. Cet anneau constitue la charpente de soutien de l'axe floral. Dans la profondeur de ce cercle, on observe, par places, des groupes d'amas libériens très rapprochés, en dedans desquels se trouvent des files de vaisseaux du bois. Il n'apparaît jamais aucun cambium. En alternance avec ces formations libéro-ligneuses, se trouvent, dans la région la plus interne de l'anneau de stéréome, de petites plages libériennes *al* sans aucune trace d'éléments ligneux. La moelle est formée de grandes cellules parenchymateuses avec des méats dans la partie la plus centrale.

La structure de l'axe floral du *Ramondia pyrenaica* Rich. présente ainsi certaines analogies avec celle du même organe de l'*Utricularia montana* Jacq. décrit par Schenck (¹). Cet auteur met en évidence, en dedans d'un endoderme différencié, un puissant anneau scléreux dans la zone la plus interne duquel se trouvent également des amas purement libériens; mais une différence importante est à signaler : chez l'*Utricularia*, il n'existe pas de bois et de liber réunis en faisceaux collatéraux comme chez le *Ramondia*, les amas libériens et ligneux restant toujours indépendants les uns des autres. Par ailleurs, Schenck signale en outre chez l'*Utricularia*, d'une part, de petits amas purement libériens placés entre l'endoderme et l'anneau sclérenchymateux, et d'autre part, des plages de tissu criblé circummédullaire, formations qui ne s'observent pas chez le *Ramondia*.

BOTANIQUE. — *Sur quelques particularités anatomiques des* Gnetum. Note (²) de Mlle **Lucienne George**, présentée par M. L. Blaringhem.

Les *Gnetum* présentent un certain nombre de caractères anatomiques les rapprochant des Dicotylédones :

1° Les branches horizontales acquièrent une structure dorsiventrale se traduisant par une épixylie comme chez les feuillus. La moelle est excentrique par suite du fort développement du bois de tension sur la face supérieure, du faible développement du bois de compression sur la face inférieure. Dans le bois de tension les fibres ligneuses sont plus nombreuses, le développement des rayons médullaires est plus considérable, les vaisseaux sont moins nombreux.

(¹) H. Schenck, *Beiträge zur Kenntniss der Utriculariaceen, Utricularia montana* Jacq. *et Utricularia Schimperi* nov. spec. (*Pringsh. Jahrb. Wiss. Bot.*, 18, 1887, p. 218).

(²) Séance du 16 juillet 1930.

2° Il y a, comme chez le Chêne, des rayons médullaires larges, formés de plusieurs files de cellules allongées dans le sens radial, et des rayons médullaires unisériés. Les larges rayons médullaires, surtout importants chez les formes lianoïdes, permettent à la plante de s'accommoder aux torsions et sont formés par divisions cellulaires localisées.

3° Les trachéides fibreuses, les formes de transition entre les trachéides et les vaisseaux, les vaisseaux du bois primaire et du jeune bois secondaire, avec leurs nombreuses perforations simples ressemblent à ceux des Cupulifères.

4° Il y a des formations secondaires libéro-ligneuses normales, auxquelles font suite, chez certaines espèces (*G. africanum* Welw., *G. Thoa* R. Br., *G. Schwackeanum* Taub., *G. scandens* Roxb., *G. ula* Brongn., *G. neglectum* Bl.), des formations surnuméraires. Les zones anomales successives prennent naissance dans la zone parenchymateuse du péricycle et procèdent en direction descendante. Elles peuvent se former soit d'un seul côté, soit sur deux côtés opposés, soit sur tout le pourtour de la tige.

5° Les formations subéro-phellodermiques sont générales. Le périderme est épidermique ou sous-épidermique, sauf chez *G. cuspidatum* Bl., où il s'établit profondément dans l'écorce, produisant un rhytidome foliacé.

6° Des lenticelles primaires ou secondaires existent chez presque toutes les espèces. Le phelloderme lenticellaire est toujours riche en cristaux d'oxalate de calcium.

7° Il y a presque toujours des laticifères, localisés dans les tissus parenchymateux. Chaque laticifère est constitué par une seule cellule allongée, par une file de cellules, ou par une poche volumineuse présentant de nombreux renflements. Le contenu est amylacé, tannifère ou gommifère; le parenchyme avoisinant renferme toujours d'abondantes réserves d'amidon.

8° A l'aisselle des feuilles se trouvent souvent deux bourgeons en position superposée. Le bourgeon accessoire est une ramification du bourgeon axillaire et peut rester à l'état de bourgeon dormant ou se développer comme le bourgeon de première génération, ce qui contribue à rendre la végétation plus touffue.

9° Chez *G. gnemonoides* Brongn., le bourgeon axillaire ou les bourgeons multiples sont logés dans une poche gemmaire.

10° Les pétioles de *G. funiculare* Bl. présentent des formations péridermiques interrompues par des lenticelles et des formations secondaires libéro-ligneuses discontinues.

11° La morphologie externe des feuilles, leur nervation et leur structure sont du type des Dicotylédones.

En résumé, l'étude anatomique des *Gnetum* les sépare nettement des Gymnospermes parmi lesquels la plupart des botanistes les rangent actuellement.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la Mycocécidie du Gynophore de l'Arachide.* Note de M. **Aug. Chevalier**. présentée par M. L. Mangin.

L'organographie si remarquable des fleurs d'Arachides a été étudiée par Nissole, Poiteau, Bentham, Jacob de Cordemoy; quant à l'anatomie elle a été l'objet, depuis quarante ans, des investigations de Pettit, Winton, Richter, Waldron, W. Russell. La structure des organes végétatifs des fleurs et des fruits de cette Légumineuse, unique dans son organisation, est donc connue dans ses grandes lignes. Par contre sa biologie n'a pas été l'objet d'études suivies et bien des points qui lui sont relatifs restent encore à approfondir.

On sait par exemple que les radicelles n'ont pas de poils absorbants au-dessus de la coiffe, mais il naît parfois sur certaines jeunes racines (surtout à la base des tuberculoïdes) des poils plus ou moins longs et distants dont on ne connaît pas bien le rôle et qui semblent provoqués par une réaction de l'hôte à la suite d'une infection. Un grand nombre de radicelles hébergent de bonne heure des Bactéries fixatrices d'azote et se transforment en tuberculoïdes ou bactérocécidies de taille très variable; il en existe généralement de gros et de petits, mais on ignore si les deux tailles sont produites par la même Bactérie. Toutes les fleurs sont chasmogames mais le tube calicinal est de longueur variable et parfois presque nul; l'ovaire très réduit est porté sur un court gynophore caché au fond du tube calicinal. Dès que la corolle est fanée ce gynophore s'allonge, non pas verticalement de haut en bas, mais le plus souvent obliquement (plutôt par chimiotactisme que par géotropisme), et il peut atteindre 10 à 20^{cm} de long. Cet allongement se fait par le recloisonnement très actif d'un méristème situé immédiatement au-dessous de l'ovaire, longtemps rudimentaire. La structure du gynophore est celle d'un axe-tige. Fracanzani le compare à un stolon qui serait terminé par un ovaire.

En dedans du parenchyme cortical il existe 13 à 17 faisceaux libéroligneux formant un anneau incomplet bordé en dedans par un cercle non continu de cellules à tanin promptement écrasées (W. Russell).

Cordemoy avait déjà établi que les gynophores se flétrissent si on les

empêche de s'enterrer, et Pettit, d'autre part, a montré que l'ovaire reste rudimentaire tant qu'il n'a pas pénétré dans le sol. A l'inverse de ce qui se produit dans la majorité des plantes la fécondation ne suffit donc pas pour provoquer le développement du fruit et de la graine. L'ovule peut rester réduit à un petit nombre de cellules pendant des semaines si l'ovaire n'est pas enterré; par contre parvenu en terre, il se met à grossir presque aussitôt.

Par l'examen d'Arachides de provenances les plus diverses et appartenant à de nombreuses variétés, j'ai pu constater que le gynophore tant qu'il est exclusivement aérien reste cylindrique. Par contre dès qu'il a pénétré dans le sol, il se forme *toujours*, dans la partie enterrée, à quelques millimètres au-dessous du méristème terminal, un épaississement fusiforme de diamètre double en son milieu de la partie normale du gynophore. Ce fuseau, lorsque le fruit est prêt d'atteindre la maturité, mesure de 5^{mm} à 30^{mm} de long et il commence à $0^{cm},5$ ou 1^{cm} au-dessous du niveau du sol.

Examiné à la loupe sur des Arachides retirées du sol, le fuseau a l'aspect d'un manchon recouvert d'un feutrage de poils fins agglutinant très étroitement des grains de sable et parfois des particules d'humus. Si l'on examine au microscope une coupe transversale faite dans le fuseau, on constate que les fins poils épidermiques de formation tardive sont environnés de filaments mycéliens diversement pelotonnés, dont certains s'insinuent entre les cellules de l'hôte et pénètrent à l'intérieur. Les parois présentent bientôt la réaction des tissus subérisés.

Au-dessous de l'épiderme à contenu trouble existe une couche de 5 à 6 rangs de cellules parenchymateuses hypertrophiées.

L'invasion du gynophore par les filaments mycéliens débute par de petites pustules en saillies de 1 à 2^{mm} de diamètre qui sont séparées les unes des autres et ne se rejoignent qu'à la longue en formant un fuseau continu.

Le manchon pileux du gynophore de l'Arachide est une Mycocécidie, une association symbiotique obligatoire qui permet à la plante de fixer de l'azote et de puiser à l'aide des poils absorbants du manchon, de l'eau chargée de solutions nutritives. Cette eau s'emmagasine pour les périodes de sécheresse dans de grands méats qui se forment de bonne heure dans le péricarpe du fruit, méats qui prennent un développement particulièrement considérable dans les variétés *Jumbo* et *Rasteiro* du Brésil.

Toutefois l'apport des substances hydrocarbonées élaborées par la phytosynthèse dans les parties vertes de la plante est également nécessaire, car si l'on sectionne le gynophore au-dessous du manchon, le fruit jeune cesse de croître, bien que cet organe assimilateur lui reste adhérent.

C'est sans doute à la symbiose des gynophores autant qu'à celle réalisée dans les nodosités ou bactérocécidies des racines que l'Arachide peut fixer des quantités considérables d'azote; jusqu'à 300^{kg} par hectare en trois mois, dans les sols semi-arides du Sénégal, formés de sable presque pur.

PHARMACOLOGIE. — *Sur un nouveau dérivé hydrosoluble du camphre et de la spartéine : le* campho-sulfonate de spartéine. Note (1) de M. **Fernand Mercier**, présentée par M. A. Desgrez.

Il est classique d'associer, dans le traitement de la défaillance cardiaque au cours des maladies infectieuses, d'une part les injections d'huile camphrée ou d'un dérivé hydrosoluble du camphre, et d'autre part les injections de sulfate de spartéine.

Nous avons cherché à réaliser chimiquement cette association du camphre et de la spartéine en préparant un nouveau sel de l'acide campho-sulfonique : le *campho-sulfonate neutre de spartéine*. Les combinaisons cristallisées de la spartéine et des acides organiques sont très peu nombreuses. Stenhouse (2) prépara le picrate, sel très instable se décomposant dès sa formation. Mills (3) obtint l'oxalate de spartéine, mais ce sel cristallisait très difficilement. Enfin, Corriez (4) n'obtint aucun résultat avec les acides acétique, lactique, benzoïque, mais réussit à préparer cristallisé le salicylate neutre de spartéine.

Nous avons pu obtenir à l'état cristallisé le campho-sulfonate neutre de spartéine par deux procédés :

1° En mélangeant une solution alcoolique concentrée de spartéine avec une solution alcoolique concentrée d'acide campho-sulfonique, en proportions de 1 molécule de spartéine pour 2 molécules d'acide campho-sulfonique. En évaporant le mélange, il se dépose des cristaux que l'on peut purifier par cristallisations successives dans l'alcool.

2° A partir du campho-sulfonate de baryum, sel soluble dans l'eau préparé par Reychler (5). On mélange à chaud deux solutions aqueuses équimoléculaires de campho-sulfonate de baryum et de sulfate de spartéine. On

(1) Séance du 21 juillet 1930.

(2) Stenhouse, *Lieb. Annal.*, 78, 1851, p. 15.

(3) Mills, *Lieb. Annal.*, 125, 1863, p. 71.

(4) Corriez, *Thèse Doct. Pharmacie*, Paris, 1912.

(5) Reychler, *Bul. Soc. chim.*, 19, 1898, p. 120.

porte le mélange à l'ébullition et l'on prolonge celle-ci pendant quelques minutes. On sépare le sulfate de baryum formé; on s'assure que le filtrat ne contient ni sulfate, ni baryum; on concentre au bain-marie et l'on termine l'évaporation dans un cristalloir. Il se dépose des cristaux que l'on purifie par cristallisations successives dans l'alcool.

La réaction peut être représentée par l'équation suivante :

$$C^{15}H^{26}N^2.SO^4H^2,\ 5H^2O + (C^{10}H^{15}OSO^3H)^2Ba$$
$$= C^{15}H^{26}H^2(C^{10}H^{15}OSO^3H)^2 + SO^4Ba + 5H^2O.$$

Le campho-sulfonate neutre de spartéine cristallise en aiguilles blanches, très solubles dans l'eau froide : 1 partie pour 0,85 d'eau à 15°, solubles dans l'alcool : 1 partie pour 4,9 parties d'alcool à 95°, solubles dans le chloroforme; insolubles dans l'éther, l'éther de pétrole, la benzine. Son point de fusion (au tube) est 241°. C'est un sel anhydre (maintenu pendant 3 heures à 110°, il ne change pas de poids) de formule

$$C^{15}H^{26}N^2,2(C^{10}H^{15}OSO^3H)$$

correspondant à un poids moléculaire de 698.

Les solutions aqueuses de campho-sulfonate de spartéine sont acides aux indicateurs colorés, pH = 4,1.

En solution aqueuse à 10 pour 100, le campho-sulfonate de spartéine donne les réactions de précipitation des sels de spartéine : précipité rouge brique avec le réactif de Dragendorff, précipité blanc jaunâtre avec le réactif de Mayer.

Les cristaux de campho-sulfonate de spartéine ne donnent de coloration, ni avec le réactif de Fröhde, ni avec celui de Mandelin, ni avec celui de Wasicky.

Le dosage de la spartéine du campho-sulfonate neutre de spartéine, par précipitation au moyen d'un excès de NaOH caustique, épuisements répétés à l'éther et évaporation de cet éther, donne $0^g,3345$ de base par gramme de sel. La quantité théorique calculée étant $0^g,335$, le campho-sulfonate neutre de spartéine répond bien à la formule donnée

$$C^{15}H^{26}N^2,2(C^{10}H^{15}OSO^3H).$$

Du point de vue expérimental, le campho-sulfonate de spartéine procède des propriétés de ses deux constituants. La mort des animaux à sang chaud : chiens, lapins, cobayes, survient, comme avec les autres sels de spartéine, par paralysie respiratoire; mais alors qu'il faut, pour produire celle-ci, des

doses de sulfate de spartéine de $0^g,05$ à $0^g,08$ par kilogramme (par voie intraveineuse chez le chien) correspondant environ de $0^g,025$ à $0^g,04$ de spartéine-base par kilogramme, il faut, dans les mêmes conditions expérimentales, $0^g,12$ à $0^g,15$ de campho-sulfonate de spartéine par kilogramme, soit $0^g,04$ à $0^g,05$ de spartéine base par kilogramme. Cette moindre toxicité du nouveau sel de spartéine, comparativement à celle du sulfate officinal, peut s'expliquer par l'action antagoniste, stimulante de l'acide campho-sulfonique sur le centre respiratoire.

Sur le cœur et les vaisseaux, le campho-sulfonate de spartéine possède une action spartéinique prédominante : augmentation du tonus cardiaque, bradycardie, action nicotinique sur le vague et le sympathique; mais la présence de l'acide campho-sulfonique, par son action stimulante et accélératrice cardiaque, diminue la bradycardie spartéinique, et semble aussi augmenter l'action vaso-dilatatrice de la spartéine. La vaso-dilatation produite par le campho-sulfonate de spartéine, nettement marquée sur le rein, conditionne une action diurétique expérimentale nette — diurèse que l'on peut obtenir chez le chien aussi bien par injection sous-cutanée que par injection intraveineuse, et qui peut atteindre, dans la demi-heure qui suit l'injection de campho-sulfonate de spartéine, le double et même parfois le triple de la diurèse normale.

L'action diurétique expérimentale du campho-sulfonate de spartéine, venant s'ajouter aux propriétés cardio-vasculaires intéressantes que ce sel tient de ses constituants, permet de penser que ce nouveau dérivé hydrosoluble du camphre et de la spartéine est susceptible d'utilisations thérapeutiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une méthode de purification du carotène et sur l'activité vitaminique d'un carotène purifié.* Note de M. **M. Javillier** et Mlle **L. Emerique**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons apporté récemment de nouvelles preuves expérimentales de l'activité vitaminique A de préparations de carotène d'origine foliaire [1] ou issues de la racine de carotte [2]. Dans tous ces cas il s'agissait de carotènes

---

[1] M. Javillier et L. Emerique, *Sur l'activité vitaminique du carotène* (*Comptes rendus*, 190, 1930, p. 655).

[2] Résultats cités dans le travail mentionné à la note [1] de la page suivante.

cristallisés de premier jet, n'ayant subi aucune purification particulière. Il importait de rechercher si un carotène soumis à une purification soigneuse conserve, ou non, la propriété de se comporter comme vitamine A. Il était d'autant plus urgent de le vérifier que nous nous trouvions en présence de faits contradictoires, M. Drummond avançant que du carotène purifié, dont le point de fusion constant est 185°, ne possède aucune activité vitaminique, MM. von Euler et P. Karrer affirmant au contraire que ce carotène est, à ce même point de vue, d'une haute activité ([1]).

La difficulté pour réaliser l'expérience est : 1° de purifier le carotène sans l'altérer en quelque mesure et annihiler par là même ses propriétés physiologiques; 2° d'assurer la séparation du carotène supposé inactif de l'impureté qui l'accompagnerait et qui serait la véritable vitamine. La circonstance qui peut le plus aisément altérer le carotène est le contact avec l'air; celle dont on peut craindre qu'elle ne provoque l'adsorption par lui d'une substance étrangère est la cristallisation lente par refroidissement d'un solvant renfermant une quantité si minime que l'on voudra, de cette autre substance ([2]).

Nous purifions le carotène comme il suit ([3]) : le dissoudre dans le sulfure de carbone; faire tomber goutte à goutte cette solution dans un grand excès d'alcool méthylique bouillant; éliminer le sulfure de carbone; filtrer bouillante la liqueur méthylique dans laquelle se trouve en suspension le carotène précipité ([4]). Grâce à un dispositif que nous avons inventé, ces opérations peuvent se faire, sans interruption, en atmosphère d'azote. Elles peuvent être répétées aussi souvent qu'on le voudra avec les carotènes successivement purifiés, le nombre des essais étant seulement limité par la quantité de matière première que l'on consacre à l'expérience.

Sur 650^{mg} d'un carotène de carotte, cristallisé, fondant à 172-173° et reconnu actif à la dose quotidienne de $\frac{3}{100}$ de milligramme chez le rat carencé, l'on a pratiqué cinq purifications successives suivant la technique

---

([1]) Pour l'historique, la bibliographie et la discussion de cette question, voir : M. Javillier, *Le carotène et la croissance des animaux* (*Bull. Soc. Chim. biol.*, **12**, 1930, p. 554, et *Bull. Soc. chim.*, **47**, 1930, p. 489).

([2]) Dans la méthode de M. P. Karrer, le carotène cristallise par refroidissement de sa solution dans le cyclohexane.

([3]) C'est la méthode à laquelle il est fait allusion dans notre conférence d'avril [indication bibliographique, note ([1]) ci-dessus].

([4]) Il précipite cristallin avec une forme particulière.

indiquée. Il nous est resté 178^{mg} de corps fondant à 184°-185° (plus près de 185°). C'est le point de fusion, que dans une autre expérience (non réalisée en atmosphère d'azote) nous avions trouvé pour un carotène obtenu après sept précipitations dans l'alcool méthylique bouillant de la solution sulfocarbonique d'un carotène fondant initialement à 182°.

Les liqueurs méthyliques successives renfermaient à l'état dissous des quantités décroissantes de substance (21^{mg} par 10^{cm^3} dans la première; 1^{mg} par 10^{cm^3} dans la dernière).

Sans pouvoir affirmer que notre carotène avait atteint le plus haut degré de pureté possible, il nous est permis de penser qu'il avait déjà subi une sérieuse purification. *Or, ce carotène éprouvé physiologiquement agit, à dose faible, comme vitamine* A. *A la dose de $\frac{6}{100}$ de milligramme pro die* et par rat carencé d'environ 100^g, il arrête la chute de poids, guérit la xérophtalmie et donne des reprises de croissance qui se traduisent par des courbes peu au-dessous de la normale (gain de poids journalier moyen de $1^g,1$). *A la dose de $\frac{4,5}{100}$ de milligramme*, il produit des effets très voisins. *A celle de $\frac{3}{100}$ de milligramme*, il arrête encore la chute de poids et guérit la xérophtalmie; avec cette dose, les reprises de croissance des animaux n'ont pas été très uniformes, trois sur cinq ayant eu une reprise franche et deux ayant seulement stabilisé leur poids pendant le mois qu'a duré l'observation. Même avec cette dose l'action curative n'en est pas moins manifeste [1].

En somme un carotène qui a subi une purification déjà avancée, analogue en cela aux carotènes actifs qui ont été expérimentés par von Euler et P. Karrer, supérieur peut-être en raison des circonstances expérimentales de la purification, et fondant à la température indiquée par M. Drummond pour son carotène pur maïs inactif, *ce carotène possède franchement des propriétés vitaminiques*. Nous poussons cependant la recherche plus loin

---

(1) Les divers carotènes bruts que nous avons expérimentés donnaient tous à la dose de $0^{mg},03$, des reprises de croissance nettes, les angles de croissance déterminés suivant notre technique, étant compris entre 25 et 36°. Il est intéressant de mentionner que le carotène sept fois recristallisé à l'air auquel nous faisons allusion dans un précédent paragraphe ne présentait, à la dose de $0^{mg},03$ *pro die*, qu'une activité vitaminique faible. Peut-être cette constatation nous permettra-t-elle d'amorcer la conciliation des faits observés par Drummond d'une part, von Euler et Karrer d'autre part.

Il faut observer que nos conditions d'expérimentation sont toujours très rigoureuses, la cure intervenant quand l'animal en pleine carence est en période de chute de poids et a perdu 10 pour 100 du poids maximum atteint.

encore, certaines des observations et suggestions exprimées par l'un de nous dans un précédent travail ([1]) conservant leur valeur et leur intérêt.

BACTÉRIOLOGIE. — *De la conservation, dans la nature, en hiver, des Drosophiles porteurs de levures.* Note de MM. **Edm. Sergent** et **H. Ducros-Rougebief**, présentée par M. Roux.

Par nos expériences précédentes ([2]) faites en Algérie, nous avons démontré que les Drosophiles jouent un grand rôle dans la dissémination des levures à travers le vignoble où ils abondent pendant la belle saison. Nous avons établi également que les poussières de l'air n'ont jamais apporté de levures sur les grappes et que, d'autre part, elles les ont constamment ensemencées de moisissures.

Nous nous sommes demandé quel était, en hiver, le mode de conservation des Drosophiles et des levures qu'ils transportent. Nous avons donc organisé, en Algérie également, des observations systématiques, depuis octobre 1929 jusqu'en juillet 1930, en vue d'éclaircir cette question.

Deux sortes de champs d'observation ont été choisis : les uns dans des locaux hantés spécialement par les Drosophiles au moment des récoltes, caves, fruitiers; les autres sur des emplacements quelconques.

Une cave de vinification située au milieu d'un vaste vignoble, à Birtouta, lieu distant d'Alger de 25^{km}, a été visitée, d'octobre à juillet, tous les 15 jours au moins. Nous y avons constamment observé des Drosophiles adultes voletants ou au repos et nous y avons également vu, durant les mois de février et de mars, des larves de Drosophiles grouiller dans du moût qui suintait d'une barrique.

De même nous avons observé l'intérieur de fruitiers situés l'un à Blida, l'autre à Kouba, près d'Alger. Dans chacun, nous avons constamment rencontré des Drosophiles à tous les stades : adultes voletants ou posés de-ci de-là; larves et pupes tassées surtout sur les fruits entamés. Les températures minima observées ont été de 4° à 6°.

D'autre part, sur des emplacements quelconques, terrains plus ou moins proches des habitations, nous nous sommes également livrés à des investi-

([1]) Mentionné dans la note ([1]) de la page 227.

([2]) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 732; **180**, 1925, p. 1078; **182**, 1926, p. 1238.

gations en vue de déterminer si des Drosophiles étaient présents. Nous n'en avons rencontré aucun volant librement; mais, ayant déposé des appâts, détritus de fruits, au fond de petites fosses creusées dans des jardins très distants l'un de l'autre, les 15 décembre 1929 et 5 février 1930, nous avons noté que, dès le lendemain et constamment depuis, des Drosophiles adultes sont venus se poser sur ces fragments et, par les temps pluvieux et froids, se tasser dessous. Ces fruits étaient absolument indemnes d'œufs, larves ou pupes de Drosophiles au moment du dépôt; des quantités témoins furent mises sous grillage; aucun Drosophile ne s'y observa.

A différentes époques, nous avons prélevé aseptiquement des Drosophiles de tous les lieux où nous les avons rencontrés. Les captures étaient faites en plein vol à l'aide de filets passés à l'autoclave.

Nous en avons eu ainsi un total de 223 : chacun d'eux a été mis dans un tube contenant quelques centimètres cubes de moût stérile. Nous avons observé quotidiennement ces 223 tubes pendant un minimum de 25 jours et nous avons vu, dans 125 de ces 223 tubes, des fermentations se produire. Nous avons remarqué, d'autre part, dans 30 tubes sur les 223, des dépôts d'œufs suivis d'éclosions de larves; la moyenne de ces œufs pondus, et qui ont éclos, a été d'une quinzaine par tube. Les œufs et fermentations ont été observés dans des tubes de toutes provenances : cave de Birtouta, fruitiers de Blida, de Kouba et fosses.

Dans quelques cas, nous avons pu faire des analyses et des dosages des produits de ces fermentations. En particulier dans les tubes de moût qui ont reçu des Drosophiles de la cave de Birtouta nous avons titré jusqu'à 10°,3, 10°,5 et 11° d'alcool.

En conclusion, nos dernières expériences établissent que les Drosophiles, qui se sont montrés pendant la belle saison propagateurs des levures à travers les vignobles, passent l'hiver dans les mêmes locaux où ils ont afflué au moment des vendanges ou de la rentrée des fruits, locaux où sont gardées des substances fermentescibles, donc éminemment propres à la vie des levures. Ces expériences mettent en évidence, d'autre part, que la présence de ces insectes reste constante, à l'air libre, dans la campagne. Enfin, elles démontrent que les Drosophiles d'hiver continuent, dans une large proportion, à être porteurs de levures.

BIOLOGIE MICROBIENNE. — *Sur l'affinité du bacille diphtérique pour le cuivre.* Note [1] de MM. **A. Leulier** et **P. Sedaillan**, présentée par M. H. Vincent.

En poursuivant l'étude chimique comparative du bacille diphtérique et de la toxine qui en dérive (isolée par floculation à pH, 4,7 de la toxine brute), nous avons été amenés à évaluer le taux des cendres et à en déterminer la composition. Or, dans toute une série de recherches, nous avons obtenu des cendres plus ou moins colorées en vert bleuâtre, et particulièrement riches en cuivre. C'est ainsi que nous avons pu trouver (10 expériences) des quantités de ce métal variant de 0,15 à 0,20 pour 1000 de bacilles secs et de 0,80 à $1^g,20$ pour 1000 de toxine desséchée à $+ 100°$.

En recherchant l'origine possible de ce métal, qui n'est apporté qu'en infimes quantités par les éléments normaux du bouillon Martin, nous l'avons trouvée dans le mode de filtration du bouillon vierge. En effet ce dernier était filtré sur des entonnoirs de cuivre partiellement dénickelés. D'autre part le cuivre faisait bien partie intégrante du protoplasma bacillaire qui ne pouvait en être débarrassé par des lavages successifs à l'acide chlorhydrique à $\frac{1}{10}$, par l'ammoniaque diluée et enfin par l'eau distillée. Une première conclusion s'imposait, c'est que le cuivre, qui s'était révélé antiseptique vis-à-vis de la flore microbienne en contact avec des pièces de monnaie de bronze (H. Vincent) [2], ne semblait pas s'opposer au développement du bacille diphtérique et à son pouvoir toxigène, car rien d'anormal n'avait été noté lors de l'analyse biologique de telles toxines.

Nous avons donc étudié l'influence de doses croissantes de sulfate de cuivre sur des bacilles cultivés sur des bouillons fabriqués strictement dans des récipients de verre. Voici les résultats trouvés concernant le poids de bacilles récoltés, de toxine floculée et le taux de cuivre [3].

---

(1) Séance du 16 juillet 1930.

(2) H. Vincent, *Sur les microbes existants à la surface des pièces de monnaie* (*Revue d'Hygiène et de police sanitaire*, **17**, 1895, p. 693).

(3) Ce métal a été dosé par colorimétrie en solution dans l'ammoniaque, en observant les précautions indiquées par B. Guérithault dans sa Thèse de pharmacien supérieur. (Paris, 1927, Vigot frères.)

	Bacilles secs pour 1000 de bouillon.	Floculat sec pour 1000 de toxine.
	g	g
A. Témoin sans cuivre	1,264	0,073
Bouillon avec cuivre :		
2mg par litre	1,358	0,093
4mg »	1,324	0,103
6mg »	1,358	0,088
8mg »	1,340	
B. Témoin sans cuivre	1,119	0,055
Bouillon avec cuivre :		
4mg par litre	0,818	0,043
6mg »	0,733	0,034
8mg »	1,340	
C. Témoin sans cuivre	1,356	0,075
Bouillon avec cuivre :		
15mg par litre	1,900	0,098

Les dosages de cuivre dans les bacilles cultivés sur le bouillon pur ont révélé de faibles teneurs de métal, de l'ordre de 30 à 40mg par kilogramme de bacilles secs alors que dans le floculat la réaction n'était que très peu ou même pas visible en raison des faibles prises d'essais. Par contre, sur les bacilles cultivés sur cuivre, nous avons noté des teneurs variant de 0g,63 à 1g,60 par kilogramme, et le floculat sec s'est montré aussi riche puisque nous avons pu évaluer le taux du cuivre à 1g,05 et à 1g,10 pour 100 de substance sèche. Si l'on additionne le bouillon de doses plus fortes de solution cuivrique, de façon à atteindre des chiffres de métal de l'ordre de 40 à 50mg par litre, le bacille se développe mal et l'action antiseptique se fait nettement sentir.

Des recherches précédentes, il résulte que le bacille diphtérique n'est pas influencé par de faibles doses de sulfate de cuivre et qu'il possède la propriété de fixer ce métal dans de notables proportions qui ne se rencontrent guère dans d'autres organismes vivants. D'autre part on retrouve dans la toxine floculée ce même métal qui paraît entraîné par les nucléoprotéides, et il semble que ce phénomène est une nouvelle preuve que la toxine diphtérique est produite, au moins partiellement, par la lyse du bacille lui-même.

THÉRAPEUTIQUE PHOTOCHIMIQUE. — Note de MM. **Charles Benoit** et **André Helbronner**, présentée par M. H. Vincent.

Depuis 13 ans nous étudions l'action thérapeutique des rayons ultraviolets et des rayons infrarouges [1]; nous avons indiqué que les ultraviolets agissent sur le sang des capillaires superficiels en fixant l'oxygène sur les globules rouges (hémoglobine) et en oxydant également les substances de désassimilation (urée); quant aux rayons infrarouges, ils provoquent une hypérémie intense avec diminution des globules blancs.

Nous avons cherché, en dernier lieu, à établir si l'emploi des agents chimiques thérapeutiques, combiné à l'action de ces radiations, permet d'obtenir des résultats impossibles avec chacun de ces modes de traitement utilisés isolément : l'expérience ayant justifié notre attente, il en résulte une thérapeutique combinée nouvelle.

Une observation initiale nous a apporté, d'abord, une première vérification des vues précédentes; si, en effet, des animaux reçoivent des injections intraveineuses d'alcaloïdes à doses faibles non toxiques (vératrine, colchicine, aconitine, digitaline, etc.), ils ne présentent, de ce fait, aucun accident. Mais si, quelques heures plus tard, on les soumet à une irradiation ultraviolette intense, il se produit alors des accidents graves, mortels même parfois (vératrine, colchicine).

Il semble donc que l'ultraviolet jouisse de la propriété de sensibiliser l'organisme vis-à-vis des alcaloïdes dont l'action se trouve ainsi exaltée.

Ce premier résultat nous a amenés à généraliser la méthode; nous nous sommes adressés, par exemple, aux composés arsenicaux (syphilis, paludisme, etc.). Des malades non améliorés par cette médication furent entraînés à supporter des doses intenses d'ultraviolet, puis on effectua le traitement combiné (injection intraveineuse d'arsénobenzol ou d'acétylarsan) avec bain général d'ultraviolet. Les phénomènes morbides, après une période d'exaspération (particulièrement manifeste dans des cas de chorée rebelles, jusque-là, à tout traitement) diminuent ensuite pour faire place à des progrès continus de plus en plus importants. Sur une centaine de cas ainsi traités, à part quatre échecs et une dizaine d'améliorations notables, on n'a eu à enregistrer que des résultats positifs complets; dans les cas de paludisme on ne rencontra même aucun échec.

---

(1) *Comptes rendus*, 165, 1917, p. 572, et 177, 1923, p. 786.

L'agent chimique peut être injecté par voie sous-cutanée ou même simplement ingéré, mais la méthode par voie sanguine reste la méthode de choix.

Les composés de l'iode, du mercure, de l'argent, de l'or, du magnésium, du calcium, ainsi que les alcaloïdes : quinine, digitaline, aconitine, donnèrent lieu à un grand nombre d'observations analogues dans le traitement des affections qui leur sont justiciables. Notons enfin que les colloïdes en injection intraveineuse se sont montrés peu sensibles à l'action des ultraviolets.

Au cours de ces observations, ayant constaté que l'ultraviolet restait parfois sans effet, nous avons utilisé l'infrarouge; vu, en effet, l'antagonisme physiologique existant entre ces deux catégories de radiation ([1]) la non-activité de l'ultraviolet pouvait impliquer, *a contrario*, l'efficacité de l'infrarouge. On a utilisé, à cet effet, la thiosinamine, dont on connaît le pouvoir résolutif sur les dégénérescences fibreuses et qui fut reconnue insensible à l'action ultraviolette. La thiosinamine est d'abord absorbée par le patient pendant quelques jours; après imbibition de l'organisme, on irradie localement la partie à traiter par l'infrarouge (4 à 7 μ); ces irradiations permettant de localiser toute l'action de la thiosinamine sur la région irradiée traitée. Au bout d'environ deux mois de traitement, on constate la résolution presque complète des infiltrations fibreuses. Or, aucun résultat comparable ne fut obtenu, dans des cas analogues, avec la thiosinamine seule ou par simple irradiation infrarouge.

Il y a lieu de prévoir une correspondance entre les spectres d'absorption des agents chimiques mis en œuvre et les radiations qui les activent, le maximum d'activité devant coïncider avec la région où les vibrations sont le plus énergiquement absorbées. Nous nous proposons d'étudier cette question qui permettra sans doute de déterminer les longueurs d'onde (ultraviolet, lumière colorée ou infrarouge) produisant pour chaque corps une activation spécifique.

Il y a lieu encore d'indiquer comme se rattachant à la présente méthode l'activation des vaccins par irradiation infrarouge. Il a été traité ainsi plusieurs centaines d'infections staphyloccocique (furoncles, anthrax, phlegmons) ainsi que de nombreux érysipèles, lymphangites, phlébites infectieuses, arthrites infectieuses, etc.). Dans ces traitements, on utilise d'abord un vaccin-stock avec irradiation infrarouge pour le remplacer par

---

([1]) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 786.

un auto-vaccin aussitôt que possible. La guérison se trouve ainsi accélérée d'une façon très sensible (environ 50 pour 100); en outre, l'importance du processus infectieux se trouve notablement limitée dès le début.

En résumé :

1° La présence de certaines matières médicamenteuses dans l'organisme, particulièrement dans le torrent circulatoire, détermine des effets thérapeutiques beaucoup plus actifs quand on expose en même temps le sang par la voie des capillaires superficiels à l'action des radiations ultraviolettes.

2° La présence de certaines matières médicamenteuses dans l'organisme détermine des effets thérapeutiques beaucoup plus actifs quand on expose la partie à traiter à l'action des radiations infrarouges.

3° Il devient par suite possible, pour obtenir un effet thérapeutique donné, de diminuer dans des proportions importantes les doses employées, d'où utilisation thérapeutique intégrale du médicament; cet avantage est particulièrement utile quand on s'adresse aux substances toxiques (arsenic, iode, mercure, alcaloïdes, etc.).

4° On peut prévoir une corrélation entre le spectre d'absorption du médicament employé et les radiations qui l'activent, d'où possibilité éventuelle de déterminer *a priori* les radiations activantes.

5° Certains vaccins sont activés par l'irradiation infrarouge.

6° La présente méthode ouvre un champ thérapeutique nouveau dont les applications sont des plus nombreuses.

La séance est levée à 16^h.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE JUIN 1930.

Électrothermie appliquée, par GEORGES FLUSIN. In *Encyclopédie de Chimie industrielle*. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1930; 1 vol. 23^{cm},3. (Présenté par M. Matignon.)

Tuberculose, contagion, hérédité, par AUGUSTE LUMIÈRE. Lyon, Léon Sézanne, 1930; 1 vol. 22^{cm}.

Constitution et thermochimie des molécules, par ALBERT et MARCEL GOSSELIN. Paris, Presses universitaires de France, 1930; 1 vol. 25^{cm},5.

Das arteriensystem der Japaner, par BUNTARO ADACHI. Kyoto, Kenkyusha, 1928; 2 vol. 40^{cm},7.

Hélice à variation automatique du pas, par D. SENSAUD DE LAVAUD. Paris, chez l'auteur; 1 fasc. 24^{cm}.

Cours de mécanique de l'École polytechnique, par PAUL PAINLEVÉ et CHARLES PLATRIER. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 28^{cm},5.

Description géométrique détaillée des Alpes françaises, Tome II : *Massifs du Chablais et du Faucigny, versant français du massif du Mont Blanc*, par PAUL HELBRONNER. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1930; 1 vol. 32^{cm},5.

Carte géologique du massif du Mont Blanc, 58 × 45, avec une notice explicative, par PAUL CORBIN et NICOLAS OULIANOFF. Paris, G. Jacquart, 1930; 1 fasc. 21^{cm},5.

Brown-Séquard et son œuvre. Esquisse biographique, par F.-A. ROUGET. Port Louis, The general Printing et Stationery Cy, 1930; 1 vol. 18^{cm},8.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AOUT 1930.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Da Costa Lobo**, directeur de l'Observatoire de Coïmbre, qui assiste à la séance.

ASTRONOMIE. — *Les instruments et les observations astronomiques de Bochart de Saron.* Note (¹) de M. **Bigourdan**.

Ce magistrat intègre arrive, sur la fin de sa vie, à la charge la plus élevée du parlement de Paris, celle de premier président à mortier. Il ne possédait pas d'observatoire proprement dit, mais il avait acquis successivement une riche collection de beaux instruments dont il se servait parfois, et que surtout il prêtait aux astronomes et aux artistes.

Jean-Baptiste-Gaspard Bochart de *Saron* (²) naquit, d'une famille illustre dans la magistrature et dans les lettres, le 16 janvier 1730 et il resta fils unique, ayant perdu son père à l'âge de 15 mois. Sa mère fut sa première institutrice; ensuite il eut pour maître son oncle Élie Bochart de Saron, chanoine de Notre-Dame et conseiller-clerc à la grande chambre du parlement, près duquel sa mère s'était retirée; enfin il termina des études distinguées chez les Jésuites de Louis-le-Grand.

Reçu conseiller au parlement le 7 septembre 1748, dès lors il mena paral-

---

(¹) Séance du 7 juillet 1930.

(²) Voir F.-L.-C. Montjoye, *Éloge historique de J.-B.-G. Bochart de Saron* s. d. (1800); J. Lalande, *Bibliographie astronomique;* J.-D. Cassini, Éloge de M. le Président de Saron, dans *Mémoires pour servir à l'histoire des Sciences*, p. 373.

lèlement ses études des lois et les travaux que lui inspirait l'amour des sciences et des arts.

A Paris, il réside d'abord dans la rue du « Bacq » (1) où il observe l'éclipse de Soleil du 5 août 1766. En 1771, il se fait bâtir, rue de l'Université, n° 17, une assez belle maison (2) entre cour et petit jardin, où il a observé aussi avec des amis; enfin il possédait, rue du Cloître-Notre-Dame (3) un autre immeuble : il y avait même établi des instruments et fait quelques observations. Dans la période des vacances il habitait Saron (4) en Champagne, près du confluent de la Seine et de l'Aube, et plus tard Nantouillet près de Beaumont-sur-Oise, à 8 lieues de Paris.

Il s'occupait de Physique et reproduisait chez lui les grandes expériences de Chimie. Par délassement il s'était initié avec sa femme (5) à l'imprimerie; c'est à ses frais qu'il publia la *Théorie du mouvement et de la figure elliptique des planètes* de Laplace; mais nous devons nous borner à ce qui regarde plus particulièrement l'Astronomie.

Il s'exerça d'abord à fondre et à polir un petit miroir à peu près sphérique de 1 pied de foyer, puis il fit de même pour un miroir de 30 pouces de foyer et 6 pouces de diamètre, qui forma un excellent télescope. Dans la suite, il fit venir à grands frais des instruments divers : il avait le meilleur chronomètre, la meilleure lunette, etc., et il était aussi horloger; tous ses instruments étaient mis à la disposition des astronomes avec une générosité exemplaire.

Il s'était surtout exercé au calcul des orbites des comètes et y avait acquis une habileté exceptionnelle. Lors de la découverte de la planète Uranus, en 1781, on la traite d'abord comme une comète, mais Saron

(1) Je ne trouve nulle part les coordonnées de cette maison.

(2) Dans les *Mém.* de 1774, p. 19, on donne pour cette nouvelle maison : $\Delta\mathcal{L} = 2^s0$, puis dans le volume suivant, p. 217, Messier (occultation de Saturne du 18 février 1775, observée par Saron et Duséjour) donne $\Delta\mathcal{L} = +1^s,80$ qu'il répète plus tard dans *C. des T.* de l'an IX, p. 436. Voir plus loin une détermination plus précise.

(3) Dans la *C. des T.* de 1809, p. 345, Messier donne $\Delta\mathcal{L} = 4^s$ à l'Orient.

(4) Dans la *Connaissance des Temps* de l'an VIII, p. 307 et 335-336, Messier donne les coordonnées suivantes du château de Saron, toujours par rapport à l'Observatoire de Paris : 52902 toises E et 14823 toises S, d'où il déduit : $\Delta\mathcal{L} = 5^m 39^s$ E et $\varphi = 48^\circ 33' 45''$. Ces nombres étaient déjà dans les *Mémoires* de 1778, p. 193, où l'on donne aussi l'observation du passage de Vénus faite par Saron le 3 juin 1769.

(5) Sur Mme de Saron, voir *Mémoires, Souvenirs et Anecdotes* par le comte de Ségur, 3 volumes petit in-8°, t. I, 1827, p. 107.

reconnaît le premier qu'elle est beaucoup plus éloignée : le 8 mai 1781 il lui attribuait une orbite de rayon égal à 12.

En 1779 (5 juin) il fut élu à l'Académie des Sciences comme membre honoraire surnuméraire et en 1781 (5 juillet) il occupe la place de Courtanvaux; tous les mercredis, au sortir de l'Académie, le président de Saron invitait un certain nombre de ses confrères, et en prenant du thé ou des glaces on s'entretenait de questions scientifiques. Il se lia d'une manière toute particulière avec certains d'entre eux, comme Messier et Duséjour.

Quand il bâtit sa maison de la rue de l'Université, un ami astronome lui proposa d'élever un observatoire sur le jardin, en bonne exposition, où il rassemblerait ses instruments; *je m'en garderai bien*, dit-il, *les voisins s'en apercevraient;* cette réponse est comme le bref résumé de sa modestie. Il ne laissa pas mettre son nom sur l'entrée de son hôtel, comme c'était l'habitude, sur une grande plaque de marbre.

A la Révolution, il étudia les diverses lois émises alors et s'y conforma scrupuleusement; lorsqu'on proscrivit les armoiries, il fit venir sur-le-champ son relieur et lui adjoignit tout son personnel pour faire disparaître celles des livres de sa bibliothèque; il fit effacer aussi les fleurs de lys sur les aiguilles de ses pendules et de ses montres. Son fils aîné était alors à l'âge de la réquisition : il l'équipa, l'habilla, et le fils du premier président du parlement de Paris servit comme simple soldat. Il paya finalement lui-même pour des fautes qu'il n'avait point commises car il fut guillotiné le 20 avril 1794; il laissait 3 filles et 2 fils.

Sa maison de la rue de l'Université était le centre principal de ses instruments; en voici les coordonnées :

Coordonnées. — Nous avons vu que Saron et Messier ne donnent qu'une longitude approchée : $\Delta\mathfrak{L} = 2^s$ O dit le premier, $\Delta\mathfrak{L} = 1^s,8$ O dit le second. Il est bien acquis que cette maison, qui ne paraît pas avoir subi de changement profond, occupe le côté sud-ouest de la rue de l'Université, où elle porte aujourd'hui le n° 17. Sur la rue, des constructions assez élevées masquent complètement le reste, puis dans la cour, sur le côté sud-est, se trouve une aile assez mince; enfin vient le principal corps de bâtiment donnant sur le petit jardin terminal : la sortie sur le jardin, ou quelque pièce au-dessus, était le point le plus favorable d'observation; aussi nous lui rapportons nos coordonnées. En les mesurant sur le grand plan de Paris à $\frac{1}{500}$, nous avons trouvé, par rapport à l'origine habituelle,

$$\Delta\mathfrak{L} = 560^m = 0'27'',5 = 1^s,83\text{ O},\quad \Delta\varphi = +2276^m = +1'13'',68,\quad \varphi = +48^\circ 51' 24'',7.$$

Instruments. — On peut voir la description d'une partie d'entre eux dans les *Lettres astronomiques* de Jean$_3$ Bernouilli, p. 165...; nous donnons l'ensemble d'après Montjoye, avec des additions :

1. *Instrument des passages* de Ramsden, avec lunette achromatique. Saron le plaça rue de l'Université, au haut de sa maison, mais les croisées étaient trop basses.

2. *Instrument des passages* de Canivet, avec objectif ordinaire de 2 pieds de foyer, installé rue du Cloître-Notre-Dame.

3. *Quart de cercle* de Bird, de 1 pied de rayon.

4. *Quart de cercle* de Bird, de 18 pouces de rayon; confié à Delambre qui l'avait encore en 1795. Pour le régler, on pouvait à volonté employer un fil à plomb ou un niveau; finalement, après essais comparatifs, Messier se prononce pour le fil à plomb dans les hauteurs correspondantes du Soleil, parce que cet astre agissait sur le niveau.

5. Grande *pendule* à seconde de Berthoud, qui allait une année entière; elle était installée à Saron, mais à la fin elle fut rapportée à Paris.

6. Autre *pendule* de Berthoud, construite en 1766 et semblable à celle de Courtanvaux pour l'*Aurore*.

7. Petite pendule à secondes qu'il possédait en 1773.

8. *Montre* d'Émery, construite en 1786, avec boîtier d'argent. L'artiste l'avait soigneusement fermée pour qu'on n'en put voir le mécanisme, mais après deux ans d'essais Saron était parvenu à l'ouvrir; elle était très remarquable par sa précision.

9. *Montre* d'Arnold, moins précise.

10. *Équatorial* en cuivre avec *lunette* achromatique de 2 pouces d'ouverture et 17 pouces de foyer, le tout par Ramsden; grossissements de 44 à 168; c'est l'instrument que Saron affectionnait le plus, avec lequel il observait généralement et il l'avait placé dans sa chambre à coucher.

11. *Télescope* de 1 pied de foyer, 3 pouces d'ouverture, monté parallactiquement, dont les miroirs avaient été fondus et polis par Saron; il se montait à volonté en grégorien et en cassegrain, ayant deux miroirs. Il fut employé par Messier à diverses reprises et en 1795 il était entre les mains de Méchain.

12. Autre *télescope* dont le miroir était aussi de Saron; il était grégorien et avait 6 pouces de diamètre et 30 pouces de foyer; il avait notamment un oculaire grossissant 104 fois et fut employé assez longtemps par Messier, puis Saron le lui donna en 1769; mais Messier l'abandonna en 1771, quand la marine lui procura une lunette de Dollond de 40 lignes d'ouverture.

13. Grand *télescope* grégorien de 8 pieds de foyer, construit à Paris par les frères Tellier.

14. *Excellente lunette* achromatique de Dollond, de 3,5 pieds de foyer et 42 lignes d'ouverture, montée en cuivre, avec mouvement d'horlogerie? son pied fut exécuté par Mégnié et Charité. Voir l'*Astronomie* de Lalande, 2e édit., IV, p. 669 et 3e éd., II, p. 629, avec figures. Ce fut longtemps la meilleure que l'on connut à Paris et même en Europe. On peut voir dans les *Lettres astronomiques* de J_3 Bernoulli, 1771, p. 88, sa comparaison avec celle de Greenwich.

15. *Théodolite* anglais de 1 pied de diamètre, que Saron emportait presque toujours avec lui au temps des vacances.

16. Micromètre objectif de $29^1/_2$? pieds de foyer qui s'adapte à sa lunette.

17. *Machine à diviser* de Ramsden, de 30 pouces de diamètre, qui servit à Baradelle, Lenoir, Charité, pour diviser des quarts de cercle; c'est celle que Ramsden remplaça pour son propre usage par une autre plus grande.

18. Divers : petit *quart de cercle* de 6 pouces de rayon, supérieurement divisé par Ramsden, *niveau* anglais, *lunettes* et autres petits instruments.

M. E. **Fichot** fait hommage d'une brochure intitulée *La méthode des ingénieurs géographes pour le calcul des coordonnées géodésiques*.

NOMINATIONS.

M. **P. Weiss** est désigné pour représenter l'Académie à la célébration du 75e anniversaire de l'*École Polytechnique Fédérale*, à Zurich, les 7 et 8 novembre 1930.

ÉLECTIONS.

Par l'unanimité des suffrages, M. **A. Lacroix** est réélu membre du *Conseil d'administration de la Fondation Curie*.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'expression générale de l'accroissement infinitésimal d'une fonction.* Note [1] de M. **André Roussel.**

Dans des travaux antérieurs [2], j'ai montré qu'il y avait lieu de généraliser la notion d'opération infinitésimale; l'idée fondamentale du calcul différentiel consiste à substituer à la loi donnant l'accroissement d'une fonction dans le domaine de chacun de ses points, une loi approchée plus simple et l'analyse classique a été construite en supposant cette loi linéaire. Je me propose d'indiquer ici des expressions très simples, inédites à ma connaissance, représentant l'accroissement de la fonction continue la plus générale avec une erreur d'un ordre de grandeur arbitraire donné à l'avance. Nous nous appuierons sur la remarque presque évidente qui suit. En chaque point M de la courbe représentant une fonction f, on peut construire une ligne polygonale Π inscrite dans $f(x)$, d'une infinité de côtés s'accumulant en M, telle que si $\varphi(x, X)$ est la fonction représentant Π et $g(h)$ une fonction décroissante donnée, nulle avec h, ainsi que ε, on ait

$$f(x+h)-f(x)=\varphi(x, x+h)-\varphi(x, x)+\varepsilon g(h).$$

Toute représentation de φ fournira une représentation approchée de f. Ce procédé peut être varié en substituant à Π une ligne formée de morceaux de fonctions non nécessairement linéaires. Nous nous bornerons ici à étudier le premier cas. Appliquons alors le principe précédent à

$$y(h)=f(x+h)-f(x),$$

considérée comme fonction de h. En adaptant légèrement le début du célèbre raisonnement par lequel M. Lebesgue démontre le théorème de Weierstrass et supposant $h>0$, on voit que $y(h)$ peut être mis avec une erreur $\varepsilon g(h)$ sous forme d'une série de terme général $\alpha_n\{h+\beta_n-|h-\beta_n|\}$, les α étant fonctions de x, les β constants et >0.

---

(1) Séance du 28 juillet 1930.

(2) A. Roussel, *Sur certaines généralisations des opérations infinitésimales élémentaires* (*Acta Mathematica*, 53. I-II, 1929, p. 87 à 132); *Fonctions dont l'accroissement infinitésimal a une expression donnée* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1362).

On aura donc ($h > 0$)

$$f(x+h) - f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \{ h + \beta_n - |h - \beta_n| \} + \varepsilon g(h).$$

En écrivant, comme le fait encore M. Lebesgue dans la démonstration citée plus haut

$$\sqrt{1 - [1 - (h - \beta)^2]} = |h - \beta_n|,$$

on mettra $|h - \beta_n| - \beta_n$ sous la forme d'une différence de deux radicaux qui, développés, donneront naissance à une série dont le terme général est un polynome en h, nul pour h nulle. L'accroissement de f s'exprimera donc par une série double et l'étude de sa convergence permet de mettre en évidence les propriétés de dérivabilité et d'analyticité de f. Dans un ordre d'idée analogue, on a le théorème suivant : *$f(x)$ étant une fonction continue quelconque, on a, pour h de signe déterminé,*

$$(1) \qquad f(x+h) - f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nh + \varepsilon g(h),$$

$g(h)$ fonction décroissante, nulle avec h, donnée à l'avance arbitrairement. Considérons $y(h)$. A chaque x on peut associer une $\psi(h)$ définie pour $h > 0$ par une ligne polygonale d'une infinité de côtés s'accumulant en O, inscrite dans y, dont la différence avec cette dernière soit de la forme $\varepsilon g(h)$. Pour $h < 0$, on définit ψ en prenant la symétrique par rapport à O de la partie déjà définie. La série de Fourier, relative à $\psi(h)$, ne renferme que des sinus. Or elle converge et représente ψ pour toute valeur de $h \neq 0$. Ce fait a encore lieu pour $h = 0$, car sa somme est nulle avec h et l'on a bien, d'autre part, $\psi(0) = 0$. En posant $\alpha_n = -b_n \sin nx$ et $\beta_n = b_n \cos nx$, la relation (1) donne

$$\Delta f = \sum_{n=1}^{\infty} \{ \alpha_n \Delta \cos nx + \beta_n \Delta \sin nx \} + \varepsilon g(h).$$

Si la série Σ de terme général ($\alpha_n \cos n \mathrm{X} + \beta_n \sin n\mathrm{X}$) est convergente, ce qui a lieu dans des cas extrêmement étendus, on peut dire que f admet, en chaque point une *série de Fourier tangente* qui n'est autre chose que

$$f(x) - \Sigma(x) + \Sigma(\mathrm{X});$$

en d'autres termes, en chaque point de f, il existe une fonction développable en série de Fourier qui ne diffère de f que de $\varepsilon g(h)$.

Observons, pour terminer, que les procédés indiqués ci-dessus peuvent être variés de diverses manières et étendus dans des cas étendus aux fonctions de plusieurs variables.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales principales de Cauchy et sur leurs applications à certains problèmes relatifs aux équations du type elliptique.* Note de M. **Georges Giraud**.

Soit $G(x, y)$ une fonction admettant, par rapport à chaque variable, la période ω, continue quand $x-y$ n'est pas une période, et telle que si

$$G(x, y)=\frac{A(x)}{x-y}+g(x, y),$$

$A(x)$ soit une fonction lipschitzienne d'exposant h et les dérivées de $g(x,y)$ existent et soient $O[|x-y|^{h-2}]$ quand x et y sont infiniment voisins. Soit encore

$$H(x, y)=\frac{B(x)}{x-y}+h(x, y)$$

une autre fonction remplissant les mêmes conditions. On peut prouver que l'intégrale principale de Cauchy,

$$\int G(x, a)\, H(a, y)\, da=F(x, y),$$

prise dans un intervalle d'amplitude ω, est $O[|x-y|^{h-1}]$ $(h<1)$. De plus, si

$$\psi(a)=\int H(a, y)\, \varphi(y)\, dy, \qquad f(x)=\int G(x, a)\, \psi(a)\, da,$$

on aura [1]

$$f(x)=-\pi^2 A(x)\, B(x)\, \varphi(x)+\int F(x, y)\, \varphi(y)\, dy.$$

Ces résultats peuvent être complétés par d'autres relatifs à la composition d'un noyau à intégrale principale avec d'autres noyaux.

Considérons alors l'équation du type elliptique à deux variables

$$(1)\quad \sum_{\alpha,\beta} a_{\alpha,\beta}\frac{\partial^2 u}{\partial x_\alpha\, \partial x_\beta}+\sum_\alpha b_\alpha \frac{\partial u}{\partial x_\alpha}+cu=0 \qquad (\alpha, \beta=1, 2;\ a_{1,2}=a_{2,1};\ a_{\alpha,\alpha}>0),$$

[1] Pour des données holomorphes, ce résultat est dû à M. Bertrand (*Ann. Éc. Norm.*, 40, 1923, p. 151 à 258), suivant une voie ouverte par Poincaré.

et un domaine D, limité par un ou plusieurs contours S remplissant les mêmes conditions de régularité que pour les problèmes de Dirichlet et de Neumann [1]. Transformons l'équation de façon que $c \leqq 0$ sur S; prolongeons les coefficients de façon que $c \leqq 0$ hors de D et que la solution élémentaire $G(X, Y)$ [2] existe. Soient ϖ_1, ϖ_2 les cosinus directeurs de la normale extérieure à S. Donnons-nous sur S la condition

$$\Theta(u) = h(t) \sum_{\alpha,\beta} \alpha_{\alpha,\beta} \varpi_\alpha \frac{\partial u}{\partial x_\beta} + \varphi(t) \frac{\partial u}{\partial t} + \psi(t) u = f(t), \tag{2}$$

h, φ, ψ, f étant des fonctions lipschitziennes du paramètre t des points de S; on suppose que h et φ ne s'annulent simultanément nulle part. Pour trouver u, introduisons les inconnues ρ et σ en posant

$$u = -\lambda \int^{''} G(X, A) \rho(A) \, d(a_1, a_2) - 2\lambda \int_S G_2(X, A) \sigma(A) \, ds_A.$$

Le problème conduit à deux équations intégrales en ρ et σ où figure une intégrale principale; une itération donne un système de Fredholm. On voit alors, comme pour le problème de Neumann, que si, en remplaçant f par zéro, on n'a que la solution zéro, le problème donné a effectivement une solution. C'est notamment le cas si l'on a $c < 0$ dans tout D et $h \geqq 0$, $\psi > 0$ sur tout S [3]. Indirectement, cela s'applique au problème de Dirichlet, que l'on peut remplacer par un problème de la nature actuelle avec $h = 0$, $\varphi = \psi = 1$ [4].

---

[1] Ce dernier est nommé « problème de la chaleur » dans un Mémoire *Sur différentes questions relatives aux équations du type elliptique* (*Ann. École Normale*, **47**, 1930, p. 197 à 266); voir aussi *Ann. Éc. Norm.*, **46**, 1929, p. 131 à 245, Mémoire que nous désignerons par B, et où nous prendrons des notations; voir encore *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 352.

[2] B, p. 194, complété par le premier Mémoire visé ci-dessus.

[3] Ceci continue une remarque de M. Gevrey, relative au cas où $\varphi = 0$ (*J. de Math.*, 9, 1930, p. 1 à 80, spécialement p. 74). Ces remarques permettent d'appliquer les méthodes alternées de Schwarz et de M. Picard aux questions actuelles.

[4] Pour m variables, ce résultat se démontre aussi directement, plus facilement que dans B, en s'appuyant sur ce que l'opération $\Theta(h = 1, \varphi = 0)$ appliquée à un potentiel de double couche $\int^{(m-1)} Z[G(X, A)] \sigma(A) \, dS_A$ donne le même résultat des deux côtés de la double couche. D'autres résultats sur les potentiels permettent de prendre un même exposant lipschitzien tout le long des approximations successives relatives au problème non linéaire de Dirichlet, ce qui simplifie sensiblement.

Pour aller plus loin, supposons que $h=1$ et que φ admet une dérivée lipschitzienne; posons, pour v quelconque,

$$Z(v)=\sum_{\alpha,\beta}\varpi_\alpha\frac{\partial(a_{\alpha,\beta}v)}{\partial x_\beta}-\varphi(t)\frac{\partial v}{\partial t}+\left[\psi(t)-\frac{d\varphi}{\partial t}-\sum_\alpha\varpi_\alpha b_\alpha\right]v;$$

enfin, faisons sur l'équation les mêmes hypothèses que pour le problème de Dirichlet. Nous pouvons substituer nos opérations Θ et Z actuelles à celles qui sont employées dans la solution du problème de Neumann et établir ainsi que chaque solution de notre problème est donnée par une solution et une seule du système de Fredholm obtenu plus haut. Si $f=0$, le problème consistant à trouver les solutions de l'adjointe de (1) telles que $Z=0$ sur S a le même nombre de solutions linéairement indépendantes que le problème donné.

Si S comprend plusieurs contours, on peut se donner sur les uns des conditions (2) et sur les autres des conditions de Dirichlet : la discussion revient encore à celle d'une équation de Fredholm.

Au cours de cette étude, des potentiels de doubles couches tangentielles (combinées avec des doubles couches conormales) s'introduisent pour résoudre le problème de Dirichlet.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination de l'orbite de Pluton.* Note [1] de M. **Thadée Banachiewicz.**

Les deux déterminations de l'orbite de Pluton, basées sur les observations de 1930, reposant sur les plus grands intervalles, sont celles de Flagstaff [2] et de Paris [3]. Toutes les deux conduisent à une ellipse très excentrique, parcourue par l'astre qui s'éloigne à présent de la Terre. Par contre les positions des années 1919-1927 indiquent [4] l'excentricité astéroïdale et l'approchement de l'astre. Il y existe donc une contradiction que nous nous proposons d'éclaircir.

En appliquant, dès la première approximation, la méthode des moindres carrés aux quatre positions de Pluton entre 1930 janvier 23 et mars 30, desquelles trois étaient utilisées par les astronomes à Flagstaff pour la détermination de l'orbite, nous en avons tiré l'excentricité à peu près parabolique

(1) Séance du 28 juillet 1930.

(2) *Flagstaff Observ. Circ.*, datée du premier mai 1930.

(3) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1381.

(4) *Circ. Union Astr. Intern.*, nos 282, 283, 289, 292, 293.

de même que l'éloignement de l'astre, en accord complet avec le résultat annoncé par M. Slipher. En calculant en outre l'erreur moyenne m de la vitesse radiale — laquelle nous donne l'excentricité — nous avons trouvé que cette erreur dépasse la composante radiale u_p de la vitesse parabolique. Il s'ensuit que l'orbite qu'on peut obtenir d'après les observations citées de Flagstaff est irréelle par rapport à l'excentricité et la position du périhélie. L'orbite y pouvait être véritable, mais ce ne serait que par hasard.

Dans ces calculs (et ceux, mentionnés ci-dessous, se rapportant à l'orbite de M. Stoyko) nous avons adopté $\pm 0'',60$ pour l'erreur moyenne d'une coordonnée observée de Pluton.

Malgré que l'arc décrit soit plus grand, une incertitude semblable affecte l'orbite déduite à Paris. Je trouve en effet, pour une orbite reposant sur trois positions 1930, janvier 23, mars 23, mai 17 :

$$m = \pm 0,8\, u_p,$$

de sorte que ces positions ne peuvent donner non plus ni l'excentricité ni les éléments qui en dérivent.

On serait sans doute incliné à conclure que l'arc observé, décrit jusqu'à présent par Pluton en 1930, soit insuffisant pour la connaissance de la nature de l'orbite, mais il n'en est rien. Prenons en effet 14 ascensions droites de Pluton et les équations qui s'en déduisent :

	Date 1930.	$\alpha_{1930,0}$ $7^h 15^m +$	$\times 10^{-7}$.	Résidu $v \times 10^{-7}$.
I.	$23^d,227$	$236^s,37$	$1\xi + 72,740z - 66,773m + 92,9u = +136332$	-6
II.	23,194	96,39	$1\xi + 27,038z - 35,806m + 16,0u = +44042$	$+26$
III.	19,0	38,29	$1\xi + 5,219z - 12,0\,m + 0,6u = +5450$	-3
	21,5	35,40	$1\xi + 3,794z - 9,5\,m + 0,3u = +3517$	-21
	23,141	33,85	$1\xi + 2,953z - 7,859m + 0,2u = +2477$	-33
	23,5	33,51	$1\xi + 2,780z - 7,5\,m\quad 0,0u = +2248$	-6
	27,0	31,18	$1\xi + 1,280z - 4,0\,m\quad 0,0u = +686$	$+27$
	30,138	30,29	$1\xi + 0,236z - 0,862m\quad 0,0u = +87$	-13
	31,0	30,16	$1\xi + 0,0\,z + 0,0\,m\quad 0,0u = 0$	$+22$
IV.	3,5	30,68	$1\xi - 0,736z + 3,5\,m\quad 0,0u = +348$	$+3$
	20,0	50,22	$1\xi + 0,607z + 20,0\,m - 2,7u = +13622$	-9
	29,0	72,44	$1\xi + 4,619z + 29,0\,m - 8,3u = +28814$	$+16$
V.	17,5	141,58	$1\xi + 19,576z + 47,5\,m - 35,6u = +76452$	$+4$
	27,0	187,75	$1\xi + 30,346z + 57,0\,m - 60,5u = +108454$	-8

Notations : ξ correction (en arc du grand cercle) de l'ascension droite $7^h 15^m 30^s,16$ 1930 mars 31,0, $z = 10^{-2} : \rho_0$, ρ_0 étant la distance de Pluton à la Terre 1930 mars 31,0, m composante de la vitesse de Pluton sur la direction des asc. droites croissantes à la même date, $100\, u\rho_0$ vitesse radiale propre (en un jour moyen).

La solution de ces équations par la méthode des moindres carrés donne (en unités de 0,0000001)

$$\xi = +22, \quad z = +2431,98, \quad m = +605,52, \quad u = -1,79; \quad \rho_0 = 41,119.$$

L'astre s'approchait de nous avec la vitesse $(0,26 \pm 0,07) u_p$, ce qui correspond à l'excentricité $e = 0,25 \pm 0,07$. Le surcroît du poids de la vitesse radiale est remarquable.

Les observations de Pluton de 1930 montrent donc d'une manière certaine, comme le confirment d'ailleurs les positions anciennes, que l'orbite de cet astre est une ellipse à l'excentricité des orbites astéroïdales ([1]) et que l'astre s'approche. C'est l'emploi d'une méthode spéciale, à l'aide de laquelle on peut faire intervenir d'une manière simple les coordonnées observées en un nombre quelconque, qui nous a permis d'établir ces faits.

Remarquons à la fin que les méthodes conduisant à une valeur illusoire de la vitesse radiale favorisent les grandes excentricités, c'est ce qui explique pourquoi l'on a rencontré souvent des excentricités même hyperboliques dans le calcul de l'orbite de Pluton.

ASTRONOMIE. — *Sur la planète transneptunienne Pluton.* Note ([2]) de M. **Benjamin Jekhowsky**, présentée par M. Bigourdan.

En reprenant le calcul de l'orbite de cette planète avec quatre observations espacées, notamment : Janvier 23, Février 23 (Flagstaff), Mars 21 (Bergedorf) et Mai 17 (lieu normal avec quatre observations, faites à Helwan), et en appliquant la méthode Lagrange-Andoyer ([3]), j'ai déduit les deux systèmes d'éléments suivants, rapportés à l'équinoxe et à l'écliptique 1930,0.

Époque 1930, *Mars* 20,937243 T. U.

M.	ω.	Ω.	*i*.	*e*.	log *a*.	μ.
3° 6′2″,6	261°30′40″,0	109°20′34″,3	17°35′ 8″,3	0,91741	2,358251	1″,02950
2°33′3″,6	261°36′14″,0	109°20′34″,2	17°35′18″,5	0,92753	2,412773	0″,85280

En comparant ces éléments à ceux obtenus par M. J. Miller ([4]) ou par

([1]) J'avais annoncé ce résultat par télégramme du 23 mai 1930 aux Observatoires de Paris, d'Uccle, d'Harvard et au Bureau de Copenhague (voir *Circ. U. A. I.*, n° **283**).

([2]) Séance du 28 juillet 1930.

([3]) B. Jekhowsky, *Journal des Observateurs*, 8, 1, 1925, p. 1 et suiv.

([4]) *Circular Observation Lowell Observatory*, 1er mai 1930, p. 1.

M. Stoyko [1] et en remarquant leur ressemblance, on peut conclure que, comme dans les systèmes d'éléments donnés par les auteurs cités, sauf l'excentricité et le demi-grand axe de l'orbite, les autres éléments sont assez bien déterminés.

Je trouve aussi comme valeurs de la distance de l'astre au Soleil, ainsi que comme valeurs du paramètre dans les deux cas :

$$r = 41{,}3420; \quad r = 41{,}3435;$$
$$p = 36{,}133; \quad p = 36{,}138,$$

valeurs qu'il ne faut pas songer pouvoir obtenir mieux avec les observations de l'année 1930.

La valeur de l'excentricité e et, par conséquent, la valeur du demi grand axe a de l'orbite calculée paraissent être trop grandes et ceci est justifié par les nombres que l'on obtient pour a chaque fois que l'on se propose de déterminer une orbite circulaire, en prenant comme base de calcul des observations plus espacées.

En déterminant plusieurs orbites circulaires de cette planète, je trouve comme valeurs de $a = r$, des nombres qui varient entre 35,7 et 44,3.

Dans ma précédente Note [2], j'ai remarqué qu'en élargissant les intervalles qui séparent les observations, l'orbite de cette planète s'approchera de celle que j'ai déterminée en premier lieu [2]; et en effet les calculs de l'orbite par MM. Bower et Whipple [3] ainsi que ceux de MM. Nicholson et Mayale [4] qui donnent comme valeur de l'excentricité $e = 0{,}26$ et comme valeur du demi grand avec $a = 39{,}6$, justifièrent ma première conclusion.

Mais si cela est ainsi, la planète Pluton est bien la planète transneptunienne envisagée par les recherches de P. Lowell [5] ou au moins la première entre plusieurs comme l'envisageait Lau [6].

---

(1) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1379.

(2) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1049.

(3) *Circulaires de Copenhague*, n° **293**, et H. A. C., n° **136**.

(4) *Ibid.*, n° **289**.

(5) *Mem. Lowell Obs.*, I, n° **1**, p. 1 et suiv.

(6) *Sur la question des planètes transneptuniennes* (*Bull. Astr.*, **20**, p. 251). — PICKERING, *Harvard Ann.*, **82**, p. 49-59.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Amorçage des génératrices de basse tension.* Note(¹) de M. **Maurice Robert**, présentée par M. Paul Janet.

On sait que l'on prend en général pour point de fonctionnement à vide d'une génératrice le point de rencontre de la caractéristique des inducteurs avec la caractéristique à vide. Cette considération, suffisante dans le cas de machines à tension courante (100 à 600 volts), ne l'est plus lorsqu'on a affaire à des machines dont la tension normale est inférieure à 20 volts (excitatrice, machine d'électrolyse, etc.). On constate en effet les phénomènes suivants :

1° La machine, bien que possédant un point de fonctionnement, ne s'amorce pas à vide;

2° Si l'on réunit les bornes de la génératrice à une source auxiliaire, la machine s'amorce, la source auxiliaire peut être alors retirée;

3° La machine non amorcée n'a pas une tension aux bornes nulle. Cette tension diminue d'ailleurs lorsque la résistance du circuit d'excitation diminue.

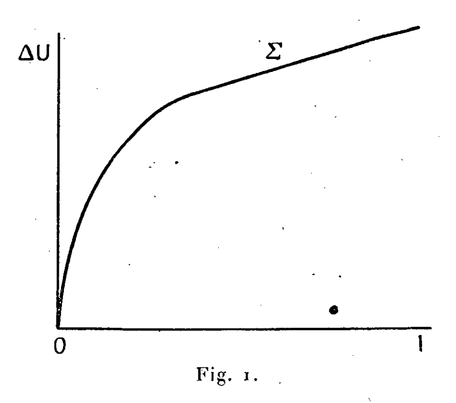


Fig. 1.

Il y a donc dans l'amorçage un phénomène qu'il s'agit d'expliquer.

Un dispositif spécial permettant de compenser rigoureusement le rémanent et la réaction d'induit nous a permis d'étudier l'allure de la chute de tension totale dans l'induit pour de faibles densités de courant aux balais. La courbe obtenue Σ avait l'allure de la figure 1.

Ceci étant, des ordonnées de la caractéristique à vide S (*fig.* 2), retranchons les ordonnées correspondantes de la courbe Σ de la figure 1. Nous

(¹) Séance du 16 juillet 1930.

obtenons la courbe G présentant un point d'inflexion. Le ou les points de rencontre de cette courbe avec la caractéristique des inducteurs correspondent à des points de fonctionnement. Dès lors les deux cas peuvent se présenter :

1° Comme dans la figure 2, la caractéristique des inducteurs rencontre la courbe G en un seul point A. Tous les points de la courbe G d'abscisse

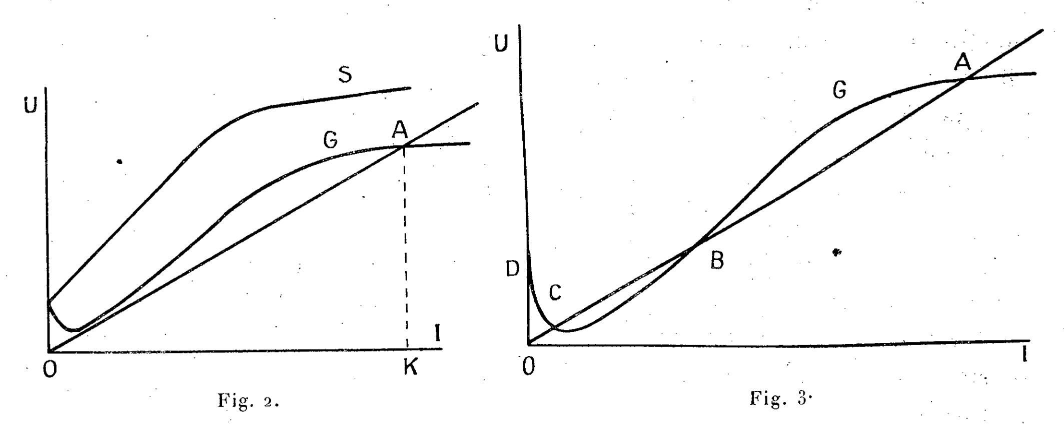


Fig. 2. Fig. 3.

inférieure à OK se trouvant au-dessus de la caractéristique des inducteurs, il est facile de voir que le point A sera stable et sera atteint automatiquement ;

2° La caractéristique des inducteurs rencontre la courbe G en trois points C B A (*fig.* 3). On démontre aisément que les points C et A sont stables; seul le point B est instable. Dans la partie D C la courbe G étant au-dessus de la caractéristique des inducteurs, le courant $I = J$ dans l'inducteur et l'induit tend à augmenter. Si donc la machine tournant à sa vitesse normale, nous réunissions les inducteurs aux balais, la machine atteindra automatiquement le point de fonctionnement C mais ne pourra le dépasser. Nous aurons donc aux bornes de la machine une tension non nulle mais très faible par rapport à la tension normale. Enfin si, à l'aide d'une source auxiliaire, nous dépassons le point B, la courbe G se trouvant à nouveau au-dessus de la caractéristique des inducteurs, nous atteindrons automatiquement le point A et la machine fonctionnera normalement.

Si maintenant nous supposons que la génératrice n'est plus à vide mais fermée sur un circuit de résistance déterminée, la théorie est encore applicable en faisant au préalable un simple changement d'échelle de la courbe Σ de la figure 1.

Si, pour une machine de basse tension que l'on calcule, on se donne la

qualité des charbons employés et la résistance du circuit extérieur, il est toujours possible en appliquant la théorie précédente et en traçant les courbes indiquées de prévoir si la machine s'amorcera ou ne s'amorcera pas et dans ce dernier cas de voir ce qu'il est nécessaire de modifier pour obtenir un amorçage correct.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence du revenu sur la dilatation et la dureté des alliages aluminium-silicium trempés.* Note de MM. **Pierre Chevenard** et **Albert Portevin**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Dans une Note récente, MM. Léon Guillet et Marcel Ballay (¹) ont mis en évidence l'influence du revenu sur la résistivité et sur la résistance au cisaillement des alliages aluminium-silicium trempés : lorsque la température de revenu s'élève, la résistivité commence par diminuer, puis augmente de nouveau à partir de 350° ; des revenus effectués entre 150 et 200° font croître nettement la résistance au cisaillement.

Il nous paraît intéressant de signaler, à cette occasion, les conclusions concordantes fournies par l'étude dilatométrique des mêmes alliages trempés. Cette étude a été entreprise pour rechercher si le silicium, toujours présent dans les alliages d'aluminium industriels, n'était pas cause de la contraction observée lors du revenu à basse température des alliages aluminium-cuivre trempés ; comme nous l'avons signalé (²), cette contraction traduit une réaction inconnue, distincte de la précipitation du composé Al^2Cu.

Les alliages aluminium-silicium, préalablement trempés à 525°, ont été étudiés au dilatomètre différentiel par la méthode des revenus isothermes, déjà utilisée pour les alliages aluminium-cuivre. La température de revenu visée est atteinte à la vitesse de 250° par heure, et maintenue constante à quelques degrés près, pendant huit heures, au moyen d'un régulateur automatique. Pour chaque température de revenu θ_r, les résultats du cycle thermique sont caractérisés par :

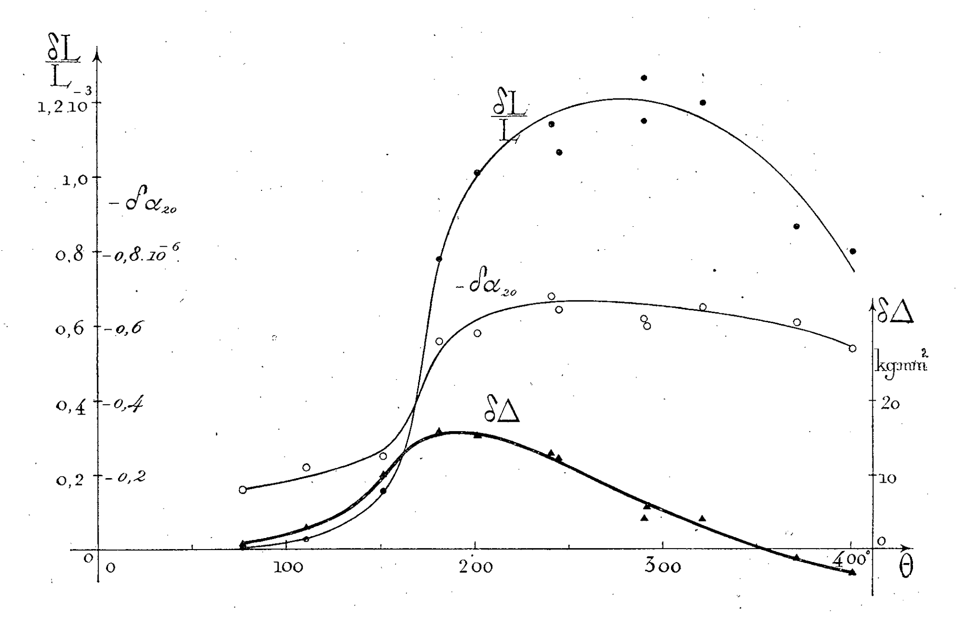
1° *La diminution de la dilatabilité à* 20° : $\delta\alpha_{20}$. — La solution solide alumi-

(¹) L. Guillet et M. Ballay, *Influence du revenu sur la résistivité et la résistance au cisaillement des alliages aluminium-silicium trempés* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1473).

(²) P. Chevenard et A. Portevin, *Causes de la variation de volume accompagnant le durcissement des alliages légers d'aluminium* (*Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 144).

nium-silicium, obtenue par hypertrempe, possède à peu près la dilatabilité de l'aluminium; mais le silicium étant beaucoup moins dilatable, sa précipitation par revenu entraîne une diminution du coefficient vrai de l'alliage. Comme la dilatabilité des agrégats obéit presque à la loi des mélanges, $\delta\alpha_{20}$ est quasi proportionnel à la quantité de silicium précipité et mesure, par conséquent, l'intensité de la réaction.

2° *L'accroissement de longueur de l'éprouvette* $\frac{\delta L}{L}$. — D'après les courbes dilatation-température, la dissolution du silicium s'accompagne d'une contraction; inversement, la précipitation détermine une expansion, dont l'amplitude croît avec la quantité de silicium libérée de la solution solide. Ce changement de longueur s'opère, partie pendant la chauffe, partie pendant la période isotherme du revenu.



3° Le gain de dureté Brinell $\delta\Delta$ (bille de $1^{mm},59$ de diamètre, effort de 10^{kg}).

Les courbes de la figure ci-dessus représentent, en fonction de la température θ_r, la variation de $\delta\alpha_{20}$, $\frac{\delta L}{L}$ et $\delta\Delta$ [1] pour un alliage à 0,94 p. 100 Si.

Au-dessous de 100°, la précipitation du silicium est très lente et les effets

[1] Afin de faciliter les comparaisons, on a compté positivement l'écart $\delta\alpha_{20}$ de manière à placer les trois courbes au-dessus de l'axe des abscisses.

d'un revenu de huit heures sont à peine sensibles. Puis la réaction s'accélère, les trois courbes s'élèvent en même temps et atteignent un maximum. Ce maximum est à l'aplomb de 275° pour les deux premières. Il est très aplati pour la courbe $\delta\alpha_{20}$; mais la chute plus rapide de la courbe $\frac{\delta L}{L}$ s'explique par une légère déformation visqueuse des éprouvettes au cours du revenu isotherme. Entre 200 et 350°, un revenu de huit heures suffit donc à précipiter la totalité du silicium. Au delà de 350°, la mise en solution recommence. Ces conclusions sont en accord avec celles des mesures de résistivité effectuées par MM. Léon Guillet et Marcel Ballay.

De même, la dureté est nettement accrue par revenu entre 150 et 200°, résultat en accord avec celui qui concerne la résistance au cisaillement. On note que la courbe du gain de dureté $\delta\Delta$ atteint son maximum à température plus basse que les deux autres courbes; ce résultat est parfaitement conforme à la théorie de la trempe structurale, car le durcissement dépend à la fois de la quantité de silicium précipité et de la finesse de structure, finesse qui diminue quand la température de revenu s'élève.

Par contre, le silicium, en tant que composant indépendant, ne paraît pas responsable de la contraction par revenu à basse température, observée dans les alliages aluminium-cuivre; ce phénomène est encore inexpliqué.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la mesure des tensions de vapeur des solutions aqueuses de quelques sels hydratés.* Note [1] de M. **J. Perreu**, présentée par M. C. Matignon.

L'étude expérimentale de l'équation différentielle de solubilité de M. H. Le Chatelier, dans le cas des sels hydratés, nécessite la connaissance du coefficient i, au voisinage de la saturation et à la température considérée. Ce coefficient est lié à la concentration moléculaire c en eau, et à la tension de vapeur p de la solution saturée, par la formule

$$\text{(A)} \qquad \frac{dp}{p} = \frac{i\,dc}{c}$$

qui donne

$$\text{(B)} \qquad i = \frac{\log p_1 - \log p_2}{\log c_1 - \log c_2}.$$

---

[1] Séance du 16 juillet 1930.

Pour déterminer *i* pour un sel donné, il suffit, par suite, de mesurer la tension de vapeur de deux solutions de ce sel de concentrations différentes, voisines de la saturation et d'appliquer ensuite l'équation (B).

Ces mesures de tension de vapeur ont été effectuées, pour des solutions d'hyposulfite de soude à 5^{mol} d'eau, aux températures de 20°C. et 27°C., de sulfate de soude à 10^{mol} d'eau à 30°C., et enfin de chlorure manganeux à 4^{mol} d'eau à 20°C.

J'ai employé à cet effet une méthode statique donnant la différence de tension entre l'eau et la solution considérée, qui a été utilisée et décrite par M. Mondain-Monval en 1924 [1]. Le dispositif expérimental est constitué par un tensimètre différentiel formé d'un tube en U en pyrex, à larges branches verticales réunies par une tubulure horizontale et surmontées de deux tubes capillaires en S, munis d'un robinet et terminés par un petit entonnoir. Ce tensimètre placé dans un thermostat est relié à une cuvette à mercure pouvant coulisser sur un support vertical. Le tensimètre étant plein de mercure, on introduit dans les deux branches l'eau et la solution à étudier après les avoir convenablement purgées d'air par une longue ébullition.

La température du thermostat est réglée à l'aide d'une lampe électrique à filament de carbone commandée par un régulateur à mercure et un relai électromagnétique Grammont. L'agitation est réalisée avec l'air comprimé fourni par une pompe soufflante. Les oscillations de température sont inférieures à $\frac{1}{20}$ de degré.

Un cathétomètre avec vernier au $\frac{1}{20}$ de millimètre permet d'effectuer les lectures des niveaux dans les deux branches du tensimètre. Les densités des solutions employées, qu'il est nécessaire de connaître pour faire les corrections de niveau, sont mesurées au picnomètre.

Voici les résultats obtenus dans mes expériences (*p* représentant le poids de sel hydraté contenu dans 100^g d'eau libre, *c* le nombre de molécules d'eau libre contenues dans une molécule de mélange) :

---

(1) MONDAIN-MONVAL, *Thèse*, Paris, 1924.

Hyposulfite de soude.

Concentrations des solutions pour 100.	Expériences à 20° C. Moyennes des différences de tension avec l'eau.	Expériences à 20° C. Tensions.	Expériences à 27° C. Moyennes des différences de tension avec l'eau.	Expériences à 27° C. Tensions.	Concentrations moléculaires c en eau libre.
	mm	mm	mm	mm	
75.....	1,79	15,72	2,56	24,09	0,9383
100.....	2,30	15,07	3,33	23,32	0,9421
120.....	2,87	14,64	3,95	22,70	0,9198
140.....	3,31	14,20	4,68	21,97	0,9077
160.....	3,66	13,85	5,22	21,43	0,8973
175.....	3,96	13,55	"	"	0,8873
180.....	"	"	5,83	20,82	0,8844
200.....	"	"	6,35	20,30	0,8732
220.....	"	"	6,85	19,80	0,8623

Par suite, au voisinage de la saturation, on obtient

$$i_{20°} = \frac{\log 13,55 - \log 13,85}{\log 0,8873 - \log 0,8973} = 1,95, \qquad i_{27°} = \frac{\log 19,80 - \log 20,30}{\log 0,8623 - \log 0,8732} = 1,98.$$

Sulfate de soude (mesures à 30° C.).

Concentrations des solutions.	Différences moyennes des tensions avec l'eau.	Tensions.	Concentrations moléculaires en eau libre (c).
pour 100	mm	mm	
100..........	2,1	29,61	0,9477
125..........	2,52	29,19	0,93469
150..........	2,95	28,76	0,9226
170..........	3,28	28,43	0,9132

Au voisinage de la saturation,

$$i_{30°} = \frac{\log 28,43 - \log 28,76}{\log 0,9132 - \log 0,9226} = 1,12.$$

Chlorure manganeux (mesures à 20° C.).

Concentrations des solutions.	Différences moyennes des tensions avec l'eau.	Tensions.	c.
pour 100	mm	mm	
75..........	3,66	13,85	0,9361
100..........	4,60	12,91	0,9166
125..........	5,38	12,14	0,8979
150..........	6,07	11,44	0,8799
170..........	6,53	10,98	0,8661
190..........	6,93	10,58	0,8526

D'où

$$i = \frac{\log 10,58 - \log 10,98}{\log 0,8526 - \log 0,8661} = 2,36.$$

Dans ces mesures, et surtout pour les solutions très concentrées, les écarts extrêmes des différences de tensions avec l'eau sont généralement inférieurs au $\frac{1}{10}$ de millimètre de mercure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Solubilités de quelques acides benzoïques substitués dans les carbures benzéniques chlorés.* Note [1] de M. **Chapas**, présentée par M. C. Matignon.

Les résultats suivants sont relatifs aux systèmes comportant comme constituant liquide l'un des corps : chlorobenzène, *o*-chlorotoluène, *p*-chlorotoluène, chlorure de benzyle, et comme corps de fond, l'un des acides : benzoïque, *o*-toluique, *m*-toluique, *p*-toluique, *o*-chlorobenzoïque, *m*-chlorobenzoïque [2]. Les équilibres ont été étudiés entre 0° et 35°; la composition de la phase liquide a été déterminée par extraction de l'acide au moyen d'une lessive alcaline titrée et dosage de l'excès d'alcali au moyen d'une solution chlorhydrique étalonnée.

Résultats. — La solubilité d'un acide est toujours exprimée par le nombre γ de ses molécules contenues dans 100 molécules de la solution saturée.

Acide benzoïque dissous dans :

1° Chlorobenzène......	$t=0$, $\gamma=3,42$;	$t=14,2$, $\gamma=5,83$;	$t=31,8$, $\gamma=11,12$
2° *o*-Chlorotoluène.....	$t=0$, $\gamma=3,45$;	$t=14,5$, $\gamma=5,89$;	$t=31,9$, $\gamma=11,05$
3° *p*-Chlorotoluène.....	— —	$t=12,5$, $\gamma=5,41$;	$t=32,0$, $\gamma=10,92$
4° Chlorure de benzyle.	— —	$t=17,4$, $\gamma=5,39$;	— —

Acide o-toluique dissous dans :

1° Chlorobenzène......	$t=0$, $\gamma=3,12$;	$t=14,1$, $\gamma=6,19$;	$t=31,8$, $\gamma=12,73$
2° *o*-Chlorotoluène.....	$t=0$, $\gamma=3,16$;	$t=14,5$, $\gamma=6,24$;	$t=31,9$, $\gamma=13,40$
3° *p*-Chlorotoluène.....	— —	$t=14,1$, $\gamma=6,15$;	$t=31,8$, $\gamma=13,1$

Acide m-toluique dissous dans :

1° Chlorobenzène......	$t=0$, $\gamma=3,97$;	$t=14,1$, $\gamma=7,07$;	$t=31,9$, $\gamma=14,07$
2° *o*-Chlorotoluène.....	$t=0$, $\gamma=3,95$;	$t=14,0$, $\gamma=6,88$;	$t=31,9$, $\gamma=13,61$
3° *p*-Chlorotoluène.....	— —	$t=14,1$, $\gamma=7,05$;	$t=31,7$, $\gamma=13,72$

(1) Séance du 16 juillet 1930.

(2) Les solubilités de l'acide salicylique dans les mêmes solvants ont été aussi mesurées; elles ne seront publiées que lorsque les mesures pour les 2 isomères seront terminées.

Acide p-toluique dissous dans :

1° Chlorobenzène......	—	—	— —	$t=31,8$, $\gamma=1,76$
2° *o*-Chlorotoluène.....	—	—	— —	$t=32,0$, $\gamma=1,70$
3° *p*-Chlorotoluène.....	—	—	$t=14,1$, $\gamma=0,81$;	$t=32,0$, $\gamma=1,74$

Acide o-chlorobenzoïque dissous dans :

1° Chlorobenzène......	—	—	$t=14,0$, $\gamma=0,92$;	$t=32,2$, $\gamma=2,09$
2° *o*-Chlorotoluène.....	—	—	$t=18,4$, $\gamma=1,04$;	$t=32,0$, $\gamma=1,96$
3° *p*-Chlorotoluène.....	—	—	$t=19,4$, $\gamma=1,11$;	$t=32,2$, $\gamma=1,97$

Acide m-chlorobenzoïque dissous dans :

1° Chlorobenzène......	—	—	— —	$t=32,2$, $\gamma=1,38$
2° *o*-Chlorotoluène.....	—	—	— —	$t=32,5$, $\gamma=1,56$
3° *m*-Chlorotoluène....	—	—	$t=19,4$, $\gamma=0,83$;	$t=32,5$, $\gamma=1,55$

Pour les systèmes dont on a déterminé l'équilibre à deux températures au moins, les points figuratifs ont été porté sur un diagramme en coordonnées $x=\frac{1}{T}$, $y=\log\gamma$. Ces points appartiennent à une ligne peu différente d'une droite passant par le point de coordonnées correspondant à la température de fusion de l'acide et à $\gamma=100$ pour 100. Dans ces conditions la solubilité de l'acide dans le solvant semble donc illimitée, les deux constituants sont parfaitement miscibles.

On remarque que l'acide benzoïque possède la même solubilité dans le chlorobenzène et dans les deux chlorotoluènes. A l'approximation de la méthode, les huit points fournis par l'expérience se placent sur une courbe unique, même lorsqu'on la construit sur un diagramme à grande échelle. Dans le chlorure de benzyle, la solubilité est nettement inférieure à celle trouvée dans les trois solvants précédents; elle est aussi plus faible que dans le toluène et dans les trois xylènes. Le chlorure de benzyle se différencie d'une manière frappante de ses isomères chlorés dans le noyau.

Pour les acides *o*-toluique et *m*-toluique, l'égalité des pouvoirs dissolvants des trois solvants chlorés dans le noyau n'est qu'approchée. La différence des solubilités d'un même acide dans deux solvants augmente avec la température et elle est très appréciable vers 32°. L'*o*-chlorotoluène se sépare franchement du chlorobenzène et du *p*-chlorotoluène; mais, tandis que la solubilité de l'acide *o*-toluique y est maxima, celle de l'acide *m*-toluique y prend les valeurs les plus petites. Si l'on fait abstraction de ces différences, on conclut que, dans l'intervalle de température étudiée, l'acide *m*-toluique présente une solubilité supérieure à celle de l'isomère *o*; mais la représenta-

tion graphique laisse prévoir que cet ordre sera renversé entre 50° et 60°. L'acide *p*-toluique est bien moins soluble que les précédents; ce fait doit être rapproché de son point de fusion élevé (179°) et il est conforme à la règle énoncée par Carnelley et Thomson, suivant laquelle l'ordre des solubilités pour un groupe de substances isomères est le même que l'ordre des fusibilités.

Cette règle s'applique encore aux acides chlorobenzoïques *o*(fus. = 138°,9) et *m*(fus. = 154°,8). En outre, la courbe de solubilité du premier est sensiblement la même dans les trois solvants. Pour l'acide *m*-chlorobenzoïque, on remarquera que les solubilités dans les deux chlorotoluènes sont égales, tandis que le chlorobenzène se révèle comme un plus médiocre solvant.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'oxygène dans l'eau de mer.* Note (1) de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. A. Desgrez.

Le dosage de l'oxygène dissous dans l'eau de différentes origines, dans l'eau de mer en particulier, a déjà fait l'objet d'un certain nombre de travaux et les méthodes ordinairement employées, je citerai notamment celle de Albert Lévy et Marboutin (2) et celle de Winkler (3), fournissent des résultats satisfaisants à tous égards à la condition, toutefois, d'opérer sur 100 ou 150^{cm^3}.

Il n'y aurait donc pas lieu de revenir sur ce problème dont l'intérêt n'a échappé ni aux biologistes, ni aux physiologistes (4), si l'analyse, chaque jour plus poussée, des variations du milieu marin et des échanges chez les êtres, animaux ou végétaux, qui y vivent, ne demandait la mise en œuvre de techniques analytiques de plus en plus fines, s'adressant, si faire se peut, à des quantités de plus en plus faibles de substance. En ce qui concerne, en particulier, l'oxygène dissous dans l'eau de mer, il est de toute évidence que l'étude des importants problèmes biologiques qui exigent, à leur base, la détermination de cette donnée capitale, devrait, dans certains cas, ne mettre en jeu que des volumes très faibles d'eau de mer : 25, 10, voire 5^{cm^3}.

(1) Séance du 28 juillet 1930.

(2) Albert Lévy et F. Marboutin, *Comptes rendus*, 124, 1897, p. 959.

(3) L. Winkler, *Zeit. für anal. Ch.*, 40, 1901, p. 523.

(4) Voir sur ce point R. Legendre. *La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer*, 1 volume in-8°, 291 pages, 31 figures (Les Presses universitaires de France, Paris, 1925).

C'est ce problème qui a attiré mon attention. J'en apporte aujourd'hui une solution; elle est essentiellement du domaine de la microanalyse dont la diffusion a été l'objet de mes constants efforts depuis plus de dix ans.

L'eau de mer sur laquelle ont porté mes essais est une eau de mer littorale, recueillie à Concarneau, dans la baie, par les soins du Laboratoire Maritime du Collège de France.

La méthode employée est celle de Winkler, modifiée comme il suit.

On emploie un tube de verre ayant la forme d'un Y renversé (⅄), d'un volume de 5, 10, 20 ou 40^{cm^3} suivant la quantité d'eau de mer dont on dispose. Ce tube est exactement jaugé par un trait marqué à une dizaine de millimètres du bord. On remplit ce tube de l'eau à analyser.

Dans l'une des deux branches descendantes, où se trouve déjà une bille de verre, on introduit au moyen d'un tube long, très effilé, $0^{cm^3},1$ à $0^{cm^3},6$ (¹) d'une solution de potasse iodurée (KOH pure 18^g, KI 5^g, H^2O q. s. pour 100^{cm^3}); dans l'autre branche, et par le même moyen, $0^{cm^3},05$ à $0^{cm^3},4$ (¹) d'une solution de sulfate de manganèse à 30 pour 100.

On ferme le tube avec un bouchon de caoutchouc à un trou traversé par un tube semi-capillaire; on enfonce ce bouchon qui chasse l'air à travers le tube jusqu'à ce qu'il affleure exactement au trait marqué. On ferme l'extrémité du tube semi-capillaire avec le doigt et l'on incline le tube à deux branches de façon à faire passer, par un mouvement de va-et-vient, la bille de verre de l'une des branches dans l'autre. On provoque ainsi le mélange des deux réactifs au sein de l'eau à analyser. Il se forme d'abord de l'oxyde manganeux hydraté dont une partie, au contact de l'oxygène dissous, donne l'hydrate d'un oxyde supérieur $Mn(OH)^3$. Après quelques instants on acidifie le milieu. Pour cela, on adapte au tube semi-capillaire un très petit tube à entonnoir dans lequel on verse $0^{cm^3},2$ à $0^{cm^3},4$ d'acide phosphorique à 60° Bé. En raison de sa densité, cet acide pénètre dans le tube, les hydrates se dissolvent, le milieu s'éclaircit et de l'iode prend naissance (²), communiquant au liquide une couleur jaune plus ou moins forte. On titre finalement par l'hyposulfite de soude N/100 (ou N/200 lorsqu'on opère sur 5^{cm^3} d'eau) en présence d'amidon comme indicateur. 1^{cm^3} de la solution d'hyposulfite de soude N/100 correspond à $0^{mg},08$ d'oxygène.

Toutes les opérations sont conduites selon les techniques de la microanalyse. Les burettes, notamment, doivent permettre de lire le centième de centimètre cube et les gouttes qu'elles livrent ne doivent pas dépasser $0,01^{cm^3}$ à $0,012^{cm^3}$. Le virage final est obtenu, lorsqu'on opère sur 20^{cm^3} d'eau de mer, avec $0,01^{cm^3}$ d'hyposulfite de soude N/100; si l'on prend 5^{cm^3} d'eau de mer, le même virage est obtenu avec $0,01^{cm^3}$ d'hypo-

---

(¹) Le minimum si l'on opère sur 5^{cm^3}, le maximum si l'on opère sur 40 ou 50^{cm^3}, des quantités intermédiaires pour 10^{cm^3} et 20^{cm^3}.

(²) En quantité exactement correspondante à l'oxygène dissous du fait de l'oxydation de l'iodure de potassium par $Mn(OH)^3$: un atome-gramme d'iode (127) correspondant à 8^g d'oxygène.

sulfite de soude N/200; ces volumes correspondent respectivement à 0,0008 et 0,0004^{mg} d'oxygène. Telle est l'erreur absolue. L'erreur relative ne dépasse pas 0,5 pour 100 lorsqu'on opère sur 40$^{cm^3}$, 1 pour 100 sur 20$^{cm^3}$, 2 pour 100 sur 5$^{cm^3}$.

Les résultats de l'analyse concordent, comme je m'en suis assuré, avec ceux obtenus en extrayant les gaz par la pompe à mercure et en soumettant ceux-ci à l'analyse eudiométrique.

Spécialement étudiée pour l'eau de mer ([1]), cette méthode nous a donné également d'excellents résultats pour l'eau douce. Elle est simple, rapide, exacte, ne nécessite qu'un appareillage très réduit et se prête remarquablement au travail en série. Elle pourra, pensons-nous, à ces différents titres, rendre d'utiles services en océanographie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque et de la diméthylamine sur quelques oxydes d'éthylène de l'allylbenzène, du phénylcyclohexène et de leurs homologues.* Note de Mlle **Jeanne Lévy** et M. **J. Sfiras**, présentée par M. A. Béhal.

L'action de l'ammoniaque et des amines sur les oxydes d'éthylène a déjà suscité de nombreux travaux ([2]) qui ont eu pour objet soit de déterminer la nature des produits formés, soit d'étudier le mécanisme réactionnel, soit enfin de préparer de nouveaux amino-alcools susceptibles d'applications thérapeutiques notamment comme anesthésiques locaux. Nous avons entrepris une étude analogue concernant l'action de NH^3 et $NH(CH^3)^2$ sur quelques oxydes d'éthylène dérivés de l'allylbenzène ou du phénylcyclohexène, non seulement en vue de préparer de nouveaux amino-alcools doués des propriétés anesthésiques locales, mais encore dans le but d'examiner les aptitudes réactionnelles de ces oxydes d'éthylène en fonction de leur stabilité à la chaleur.

En ce qui concerne l'action de la diméthylamine nous avons dans tous les cas, obtenu des amino-alcools à fonction amine tertiaire dont les dérivés benzoylés sont doués de propriétés anesthésiques locales.

([1]) Tous les détails techniques paraîtront dans un Mémoire qui sera publié dans un autre Recueil.

([2]) Wurtz, *Ann. de Chimie et de Phys.*, 3e série, 69, 1863, p. 381. — Knorr, *Berichte der deuts. chem. Gesel.*, 32, 1899, p. 729. — Krassouski, *Comptes rendus*, 146, 1908, p. 236. — Krassouski et Duda, *Journ. Soc. Chimie russe*, 40, 1908, p. 166-174; *Journ. Prakt. Chim.*, 2e série, 77, 1908, p. 84. — Fourneau, *Journal de Pharm. et de Chim.*, 7e série, 2, 1910, p. 117.

Quant à l'action de l'ammoniaque, elle fournit, non seulement un amino-alcool à fonction amine primaire, mais encore, comme l'avait observé Wurtz, des amino-alcools à fonction amine secondaire ou tertiaire. Nous avons pu suivant les cas, isoler tantôt celle de ces substances qui se trouvait être formée d'une manière prépondérante, tantôt séparer les trois substances formées simultanément.

D'une façon générale, nous avons constaté que les oxydes de formule générale $C^6H^5 - (CH^2)^n - \overline{CH - O - CH^2}$ réagissent à froid sur la diméthylamine et sur l'ammoniaque tandis que les oxydes de phénylcyclohexène et phényl-1-méthyl-4-cyclohexène ne réagissent sur ces substances qu'au-dessus de 100°. Si nous comparons maintenant d'une part la stabilité de ces oxydes à la chaleur (1) et d'autre part les conditions d'obtention des amino-alcools obtenus, nous pouvons conclure que la réactivité de ces oxydes d'éthylène vis-à-vis de l'ammoniaque et de la diméthylamine varie en fonction inverse de leur stabilité.

1° Oxyde d'allylbenzène. — *a. Action de la diméthylamine.* — On isole dans cette réaction le diméthylamino-3-phényl-1-propanol-2 (2). ($Éb_{22} = 140°$, chlorhydrate, F. 95°, chlorhydrate du benzoylé, F. 155-156°).

b. Action de l'ammoniaque. — Nous avons isolé avec un rendement de 7 pour 100 le diphényl-1-propanol-2-amine $(C^6H^5 - CH^2 - CHOH - CH^2)^2NH$, dont le chlorhydrate fond à 140° et avec un rendement de 48 pour 100 le tri(phényl-propanol-2) amine dont le chlorhydrate peu soluble dans l'eau est fusible à 160-161°. Ces deux bases sont des liquides épais et visqueux qui se décomposent quand on les distille.

2° Oxyde de phényl-1-butène-3. — *a. Action de la diméthylamine* (3). — Dans cette réaction on isole le diméthylamino-4-phényl-1-butanol-3 qui distille à 145° sous 14^{mm}, chlorhydrate 60°; chlorhydrate du benzoylé, F. 155°.

b. Action de l'ammoniaque. — Nous avons pu isoler des traces de phényl-1-butanol-3-amine-4 dont le chlorhydrate très hygroscopique est visqueux, le di(phényl-1-butanol-3)amine avec un rendement de 1 pour 100 dont le chlorhydrate fond à 137-139° et le tri(phényl-1-butanol-3)amine dont le chlorhydrate fond à 139°.

3° Oxyde de phényl-1-pentène-4. — *a. Action de la diméthylamine* (4). — Le diméthylamino-5-phényl-1-pentanol-4 qui se forme dans cette réaction distille à 155-158° sous 13^{mm}. (Chlorhydrate, F. 75-76°, chlorhydrate du benzoylé, F. 136°).

b. Action de l'ammoniaque. — Nous n'avons pu isoler dans cette réaction avec un

---

(1) Jeanne Lévy et J. Sfiras, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1335, et **187**, 1928, p. 45.

(2) Fourneau, *Journ. Chimie et Pharmacie*, **20**, 1904, p. 489.

(3) Braun et Munch, *Ber. der deuts. chem. Gesel.*, **69**, 1926, p. 1941.

(4) Braun et Munch, *loc. cit.*

rendement de 23 pour 100 que le tri(phényl-1-pentanol-4) amine dont le chlorhydrate fond à 148°.

4° Oxyde de phényl-1-hexène-5. — *a. Action de la diméthylamine.* — Le diméthyl-amino-6-phényl-1-hexanol-5 distille à 171° sous 17^{mm}. (Chlorhydrate, F. 104, iodométhylate, F. 143; chlorhydrate du benzoylé, F. 126°).

b. Action de l'ammoniaque. — Le chlorhydrate du tri(phényl-1-hexanol-5) amine se forme avec un rendement de 15 pour 100; il est fusible à 78°.

5° Oxyde de phénylcyclohexène. — *a. Action de la diméthylamine.* — Le diméthyl-amino-2-phényl-1-cyclohexanol-1 distille à 172-173° sous 18^{mm}. (Chlorhyrate, F. 174°; iodométhylate, F. 199°; chlorhydrate du benzoylé correspondant, F. 154°.)

b. Action de l'ammoniaque. — Nous avons pu isoler à côté du phényl-1-cyclohexanol-1-amine-2 (F. 105°. Chlorhydrate, F. 140°) un amino-alcool à fonction amine secondaire dont nous n'avons pu déterminer les constantes avec précision.

6° Oxyde de phényl-1-méthyl-4-cyclohexène. — *a. Action de la diméthylamine.* — Le diméthylamino-2-phényl-1-méthyl-4-cyclohexanol-1-isolé dans cette réaction fond à 103°. (Chlorhydrate, F. 187°; iodométhylate, F. 205°; chlorhydrate du benzoylé correspondant, F. 199°.)

b. Action de l'ammoniaque. — Nous avons isolé avec un rendement de 25 pour 100 le phényl-1-méthyl-4-cyclohexanol-1-amine-2 (Eb. = 185°. Chlorhydrate, F. 135°) et avec un rendement de 1 pour 100 le di(phényl-1-méthyl-4-cyclohexanol-1)amine. (Chlorhydrate, F. 156°.)

Conclusions. — 1° L'action de l'ammoniaque sur les oxydes d'éthylène homologues des oxydes d'allylbenzène et de phénylcyclohexène a fourni suivant les cas des amino-alcools à fonction amine primaire, secondaire ou tertiaire et même simultanément deux ou trois d'entre eux; certains de ces dérivés possèdent le pouvoir anesthésique local.

2° L'étude de l'action de la diméthylamine sur les mêmes oxydes a fourni des amino-alcools à fonction amine tertiaire dont les éthers benzoylés sont doués de pouvoir anesthésique local.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition catalytique du divinylglycol par le cuivre réduit.* Note de M. **E. Urion**, transmise par M. Matignon.

Dans une précédente Communication ([1]) j'ai exposé les résultats que fournit la décomposition du divinylglycol catalysée par l'alumine. Si l'on remplace cette dernière par du cuivre réduit, le phénomène devient beaucoup plus complexe. Il se forme de nombreux composés; ceux que j'ai

---

([1]) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1512.

réussi à isoler peuvent, d'après leur mode de filiation à partir du divinylglycol, se classer de la façon suivante :

1° Des produits résultant d'une coupure de la molécule : ils constituent un mélange en proportions équivalentes d'acroléine et d'aldéhyde propionique, bouillant de 50° à 52°. L'acroléine a été identifiée par son odeur et son dibromure; le propanal par sa paranitrophénylhydrazone (F = 124°).

2° Un produit de déshydratation, identique à celui obtenu dans la catalyse sur alumine : c'est le méthylalcyclopentène, E = 48° sous 11^mm :

$$\begin{array}{l} CH^2 — CH \\ | \quad\quad \| \\ CH^2 \diagdown \diagup C — CHO \\ \quad\; CH^2 \end{array}$$

donnant une semicarbazone qui fond à 209°.

3° Un produit d'isomérisation, le dipropionyle

$$CH^3CH^2 — CO — CO — CH^2 — CH^3$$

dont les constantes n'ont pas encore été publiées. C'est un liquide jaune, à odeur forte, entraînable à la vapeur d'eau, qui bout à 130° sous 760^mm, 49° sous 30^mm, 32° sous 10^mm. Il cristallise par refroidissement et fond vers —10°. Ses constantes sont $d_4^{21} = 0,941$, $n_D^{21} = 1,4130$, RM = 30,19 (théorie 30,10). Oxydé à froid par H^2O^2, il donne avec un excellent rendement de l'acide propionique.

J'ai retrouvé pour ce corps des composés cristallisés déjà connus : la dioxime (F = 185°), l'osazone (F = 161°); j'ai fait en outre la semicarbazone (fusion = 270°), accompagnée d'une décomposition partielle.

La formation de cette dicétone n'est pas un fait isolé, on en a signalé d'analogues. Elle s'interprète aisément si l'on admet une migration $\alpha\gamma$ de 2 atomes d'hydrogène :

$$\begin{array}{l} CHOH — CH = CH^2 \\ | \\ CHOH — CH = CH^2 \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} COH = CH — CH^3 \\ | \\ COH = CH — CH^3 \end{array}$$

Ce dernier symbole représente en effet la forme énolique du dipropionyle.

4° Un produit de déshydrogénation. C'est un solide blanc qui fond à 104°,5 et se sublime sans fondre à 97° sous 10^mm. Il correspond à la formule brute $C^6H^8O^2$ vérifiée par une combustion et une cryoscopie. Les curieuses propriétés de ce corps semblent indiquer qu'on a affaire à une dialdéhyde éthylénique existant vraisemblablement sous une forme énolique à l'état

solide. L'étude en est poursuivie et fera l'objet d'une Communication ultérieure.

En outre, j'ai vérifié qu'il ne se dégageait sensiblement pas de gaz lors de la catalyse; l'hydrogène, mis en liberté dans la production de ce dernier composé à partir du divinylglycol, s'est donc fixé sur un des corps en présence.

5° C'est de cette hydrogénation, suivie d'une transposition, que résulterait le cinquième corps isolé, la propioïne :

$$CH^3 - CH^2 - CHOH - CO - CH^2 - CH^3,$$

liquide incolore, $E = 57^\circ$-58° sous 10^{mm}, $d_4^{21} = 0,956$, $n_D^{21} = 1,4340$, $RM = 31,59$ (théorie 31,44). Si l'on fait bouillir longuement ce corps avec de la phénylhydrazine en solution alcoolique, on observe un dégagement d'ammoniac, et, par refroidissement, on obtient une osazone cristallisée identique à celle du dipropionyle ($F = 161^\circ$); de plus on constate la présence d'aniline dans le liquide.

La formation de cette cétone-alcool s'interpréterait ainsi : dans une première phase, il y a hydrogénation partielle du divinylglycol, ce qui donne

$$CH^3 - CH^2 - CHOH - CHOH - CH = CH^2.$$

Ensuite, dans ce dernier glycol, un atome d'hydrogène subit la transposition $\alpha\gamma$, ce qui conduit à

$$CH^3 - CH^2 - CHOH - COH = CH - CH^3,$$

forme émolique de la cétone-alcool considérée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'éthylène en carbures liquides et solides*. Note [1] de MM. **A. Mailhe** et **Renaudie**, présentée par M. C. Matignon.

La condensation de l'éthylène en carbures d'hydrogène, éthyléniques, forméniques et naphténiques, a été réalisée par Ipatiew [2], à 325°, sous 70^{atm}. Sabatier et Senderens [3], ont obtenu du méthane, de l'éthane, du charbon et de l'hydrogène en dirigeant l'éthylène sur du nickel chauffé

---

(1) Séance du 16 juillet 1930.

(2) *Ber. dtsch. chem. Ges.*, **49**, 1916, p. 1344.

(3) *Comptes rendus*, **124**, 1897, p. 616 et 1358.

au-dessus de 300°. Berthelot (¹), ayant fait passer de l'éthylène dans un tube de porcelaine rouge de feu, a produit de la benzine, du styrolène et de la naphtaline; les deux premiers seraient les seuls carbures volatils au-dessous de 200°, qui prennent naissance en proportion notable.

Nous avons essayé d'effectuer la condensation de l'éthylène à la pression ordinaire en évitant, autant que possible, sa décomposition, par l'emploi d'un catalyseur moins actif que le nickel. En utilisant le silicagel chauffé vers 700°, nous avons obtenu effectivement une notable formation d'hydrocarbures liquides et solides.

Le silicagel (30^g) était placé dans un tube de quartz chauffé dans un four électrique. L'éthylène était envoyé par l'une des extrémités du tube et à la sortie, les produits formés étaient condensés, tandis que les gaz traversaient deux tubes de charbon activé. Celui-ci était ensuite désessencié pour récupérer les hydrocarbures volatils.

On a ainsi obtenu : 1° un gaz; 2° un liquide volatil légèrement jaune, issu du charbon activé; 3° un liquide brun, condensé à la sortie du tube à catalyse.

1° Les gaz, contiennent, outre l'éthylène non transformé, une certaine proportion de carbures forméniques, méthane et homologues.

2° Le liquide volatil, débute à la distillation à 40° et fournit, par fractionnement :

Température.	Volume en cm³.	D_{18}.	n_D^{20}.	Indice d'iode.
< 75°	8,5	0,7816	1,4508	116
75- 85	13	0,8500	1,4805	68
85-100	10	0,8660	1,4946	46
100-170	4	-	-	-

Les indices d'iode des diverses fractions indiquent la présence de carbures éthyléniques. La forte densité correspond à des composés cycliques. En réalité, on a affaire à un mélange de 3 sortes d'hydrocarbures : forméniques, éthyléniques, aromatiques.

Dans la seconde fraction, la benzine constitue la partie dominante; il reste après nitration, un résidu forménique. Sur 4^{cm^3} de la fraction 85-100°, on isole le dinitrotoluène et un résidu de 1^{cm^3} environ reste inattaqué par le mélange sulfonitrique.

3° Le produit brun condensé à la sortie du tube, débute à la distillation à 85°. Il donne, par fractionnement :

(¹) *Les Carbures d'hydrogène*, L. II, p. 32.

Température. o	Volume en cm³.	D_{18}.	n_D^{20}.
<150	3	0,8881	1,5091
150-200	3	0,9505	1,5506
200-240	2	cristallisé	-
240-300	1,5	liquide	-
300-330	1,5	cristallisé partiellement	
>330	brai	-	-

Les deux premières fractions sont constituées par des huiles aromatiques renfermant une certaine proportion de carbures éthyléniques. La portion 200°-240° est presque entièrement formée de naphtaline, et l'huile lourde qui bout à 300°-330°, à fluorescence verte, abandonne des paillettes qui, mal essorées, fondent à 190°. Elles ont l'aspect de l'anthracène; nous en préparons une plus grande quantité pour les identifier complètement.

Ces résultats montrent que l'éthylène peut se condenser au contact du silicagel, vers 700°, en donnant des carbures aromatiques, forméniques et éthyléniques, ainsi que des huiles lourdes renfermant des carbures polycycliques tels que la naphtaline. Un dépôt de charbon s'étant formé sur le catalyseur, nous pensons qu'il provient de l'action de l'éthylène sur le fer de la canne pyrométrique, engagée dans le silicagel pour déterminer la température. En la supprimant, nous obtiendrons sans doute de meilleurs rendements en produits condensés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation du camphène en esters d'isobornyle et la décomposition des esters de bornyle et d'isobornyle en camphène.* Note [1] de MM. **Georges Brus** et **J. Vébra**, présentée par M. Paul Sabatier.

1. On sait que les acides organiques se fixent sur le camphène pour donner les esters d'isobornyle. Pour cette transformation, on utilise surtout les acides formique ou acétique, anhydres, en excès, et en présence de catalyseurs : SO^4H^2 à 50 °/₀ (Bertram et Walbaum), $ZnCl^2$ (Kondakow), etc.; l'acide formique peut aussi être employé seul (Lafont, Semmler et Mayer, Schering). L'estérification du camphène par ces acides est considéré comme quantitative, ou presque quantitative (Bertram et Walbaum-Semmler et Mayer, etc.); mais la plupart des mémoires ou brevets n'indiquent pas le titre des esters obtenus.

(1) Séance du 21 juillet 1930.

Nous avons cherché à préciser ce point et avons effectué de nombreux essais d'estérification de camphène d. et l. purs, par divers procédés, en dosant chaque fois l'ester brut (lavé et desséché) obtenu par précipitation par l'eau, sans récupération préalable de l'excès d'acide organique ([1]).

Le titre maximum de l'acétate d'isobornyle formé par action de l'acide acétique a été de 92-93 °/₀ et celui du formiate, obtenu par action de l'acide formique, d'environ 98 °/₀ ; voici quelques exemples.

a. Suivant la méthode de Bertram et Walbaum, 10 parties de camphène, 25 parties d'acide acétique cristallisable et 1 partie de SO^4H^2 à 50 °/₀ sont chauffées entre 50-60°, pendant 2-3 heures, en agitant fréquemment; l'acétate, précipité par l'eau, décanté, lavé et séché, titre 92,6 °/₀.

b. 10^g de camphène chauffés à 60° avec 120^g d'acide formique donnent, au bout de 10 minutes, un formiate à 96,8 °/₀ et, au bout d'une heure, un formiate à 97,9 °/₀.

c. En chauffant 30 minutes à 60°, 20^g de camphène, 80^g d'acide formique et 8^g d'acide *o*-phosphorique, on obtient uu formiate à 98,2 °/₀.

La rectification, sous $2\text{-}3^{mm}$, de ces acétates et formiates d'isobornyle, montre qu'ils contiennent du camphène non estérifié, chimiquement identique au camphène initial et pouvant se formyler lui-même à 98 °/₀, et des traces seulement de produits de polymérisation.

2. Les dosages ci-dessus ont été effectués sur des esters obtenus directement par précipitation par l'eau. Si l'on récupère au préalable l'excès d'acide organique par distillation dans le vide, le titre de l'ester se trouve modifié.

a. Si cette récupération n'est que partielle, l'acide, entraînant du camphène non estérifié, le titre de l'ester est augmenté :

10 parties de camphène, 40 parties d'acide formique et 4 parties d'acide pyrophosphorique sont chauffées 30 minutes à 60°. Un prélèvement indique 98,0 °/₀ d'ester. Les $\frac{9}{10}$ environ de l'excès d'acide sont distillés sous 19^{mm}. L'ester obtenu ensuite titre 98,9 °/₀. En traitant l'acide distillé par l'eau, on précipite $2^g,8$ de formiate titrant 86,7 °/₀ et pouvant se formuler à nouveau à 98 °/₀.

b. Au contraire, si l'on essaie de récupérer intégralement l'excès d'acide, le titre de l'ester diminue énormément.

10 parties de camphène, 20 parties d'acide formique et 2 parties de $P^2O^7H^4$ sont

---

([1]) On trouvera toutes les indications bibliographiques et les précisions expérimentales dans la Thèse de Doctorat de l'Université de J. Vébra : *Recherches sur le camphène*, Toulouse, juillet 1930.

chauffées 30 minutes à 60°. Un prélèvement indique un formiate à 97 %. Après récupération intégrale de l'acide formique, l'ester ne titre plus que 82,1 % et contient environ 20 % de camphène. Ester entraîné par l'acide : 3g,5 titrant 45,1 %.

On peut éviter cette décomposition en neutralisant au préalable le catalyseur.

75g (1 partie) de camphène, 300g (4 parties) d'acide formique et 1g,5 de SO^4H^2 ($\frac{1}{200}$ du poids de l'acide formique) sont chauffés 30 minutes à 60°. Un prélèvement indique un formiate à 97,4 %. Le mélange est partagé en deux parties égales. Une moitié est distillée dans le vide pour récupérer l'acide formique; le formiate ne titre plus que 83,9 %. L'autre partie est additionnée de 3g,2 de CO^3Ba, qui précipite SO^4H^2, l'acide formique est ensuite récupéré comme précédemment; le formiate obtenu titre 98,0 %.

Le formiate d'isobornyle est donc décomposé par le catalyseur, même en petite quantité, en camphène et acide formique, suivant une réaction inverse de sa formation.

3. Lorsque chauffe un formiate ou un acétate d'isobornyle purs à la même température et avec les mêmes quantités d'acide formique ou acétique et de catalyseur que pour l'estérification du camphène, leur titre diminue et tend précisément vers celui que l'on obtient par estérification du camphène. A cette même température, le titre de ces esters diminue aussi, mais légèrement, par chauffage avec les acides formique et acétique seuls; l'action décomposante de ces acides est notable à 150°, en tubes scellés (Lafont).

a. 20g de formiate à 99,8 % sont chauffés à 60° avec 80g d'acide formique et 8g d'acide *o*-phosphorique; au bout de 30 minutes, le titre n'est plus que 98,2 %, et au bout de 2 heures, 98 %.

b. 30g d'acétate à 99,7 % sont chauffés à 55°, dans les conditions de la réaction de Bertram et Walbaum, avec 75g d'acide acétique et 3g de SO^4H^2 à 50 %; au bout de 2h,30, l'acétate ne titre plus que 94,5 %, et au bout de 5 heures, 94,4 %.

Les exemples précédents permettent de conclure que la *transformation du camphène en esters d'isobornyle est réversible, et qu'elle ne peut, par conséquent, être quantitative*.

4. De même que SO^4H^2, PO^4H^3, $P^2O^7H^4$, les chlorures tels que $ZnCl^2$, $SbCl^3$ provoquent la décomposition des esters d'isobornyle en camphène et acide organique, et cette décomposition devient totale si l'on élimine par distillation le camphène et l'acide, au fur et à mesure de leur formation.

Ainsi, en distillant 200g de formiate d'isobornyle à 99,2 %, en présence de 20g de

PO^4H^3, sous 20^{mm}, il passe, entre 35° et 48°, de l'acide formique et 125^g de camphène (86 °/$_0$ de la théorie), chimiquement identique au camphène initial, mais fortement racémisé; puis, entre 48° et 50°, 5^g d'un liquide, mélange de camphène, de formiate et probablement d'un autre terpène, et il reste un résidu qui, distillé sous 1^{mm}, donne, entre 125° et 130°, 14^g,5 d'un diterpène $(C^{10}H^{16})^2$.

Le formiate de bornyle, les acétates de bornyle et d'isobornyle sont décomposés en acide et en camphène de la même manière que le formiate d'isobornyle.

Nous avons constaté que les composés minéraux ci-dessus donnent, avec les acétates de bornyle et d'isobornyle, des complexes cristallisés, $C^{10}H^{17}OCOCH^3.PO^4H^3$, $C^{10}H^{17}OCOCH^3SbCl^3$, qui feront l'objet d'une prochaine Communication.

MINÉRALOGIE. — *Observations sur le quartz*. Note de M. **R. Weil**, transmise par M. Pierre Termier.

On sait qu'il y a contradiction apparente entre les conclusions tirées de l'analyse radiologique, selon lesquelles on croit voir dans le quartz une espèce homogène à structure périodique simple et les anciennes constatations de Michel-Lévy et Munier-Chalmas, Wallerant etc. selon lesquelles l'espèce est mimétique et n'a qu'une homogénéité statistique. Je résume ici les résultats, qui seront publiés ailleurs en détail, d'une étude faite sur un grand nombre de cristaux de provenances diverses, à l'effet d'examiner si, dans le quartz bien cristallisé de géodes ou de filons, des traces de structure mimétique ou pseudoparamorphique apparaissent. (Il s'agit de mimétisme au sens habituel, non pas d'empilement de lamelles au sens de Mallard.) L'étude optique de lames à faces parallèles taillées normalement à l'axe ternaire, les figures de corrosion et la dissolution concave de lames ou de cristaux entiers amènent à distinguer deux types de quartz : 1° *Type L = type La Gardette*, comprenant principalement des quartz de La Gardette, Binnental, Middleville, Hot Springs, beaucoup de gisements du Brésil et de Madagascar et d'une façon générale les quartz du type basoïque d'Haüy; 2° *Type S = type Saint-Gothard*, groupant notamment des quartz des gisements classiques des Alpes suisses.

Examen optique. — Cet examen doit se faire entre nicols, en lumière aussi parallèle que possible, à l'œil nu ou à un faible grossissement microscopique, avec une source lumineuse très intense. L'emploi de deux micro-

scopes superposés munis chacun d'un objectif très faible permet cependant d'observer à un grossissement de 200 diamètres. L'épaisseur des lames a varié du $\frac{1}{2}$ au $\frac{1}{20}$ de millimètre, une même lame étant étudiée à des épaisseurs décroissantes et si possible plusieurs lames étant taillées dans le même cristal. Toutes les lames non exactement normales à l'axe ternaire ont été rejetées, ainsi que toutes celles présentant de la biréfringence accidentelle due à des tensions ou à des inclusions.

Type L. — On y voit des plages rectilignes ou, plus généralement, des systèmes de plages, pouvant atteindre 1^{mm} de largeur, disposées parallèlement aux faces du prisme *m* et sur une grande partie de la largeur de ces faces, tantôt limitées à la partie la plus externe, tantôt dans toute l'étendue de la préparation avec la même disposition ou se réduisant à un trapèze ou un triangle équilatéral. Ces plages, bien que normales à l'axe principal, montrent de la biréfringence. Le signe de leur allongement varie avec le gisement, mais, pour un même gisement, on observe toujours que les plages les plus développées gardent le même signe, plus fréquemment — que +. En lumière monochromatique, lorsque les plages biréfringentes sont amenées à l'extinction, on constate que le pouvoir rotatoire y subsiste sans altération appréciable, du moins pour ces épaisseurs. Dans le cas de macle du Brésil, les plages traversent sans modification les parties gauches et droites ou neutres. Elles sont également sans rapport avec les inclusions. Ces plages ne sont pas modifiées par l'action de la chaleur ni par les actions mécaniques. Les plus développées se retrouvent sur une grande longueur du prisme dans un même cristal, avec la même disposition et les mêmes propriétés.

La biréfringence, toujours très faible, mesurée au moyen du compensateur de Bereck, varie de 4.10^{-5} à 7.10^{-4}, ce maximum étant très exceptionnel. Elle reste sensiblement constante pour une même plage à travers l'épaisseur du cristal. Elle varie avec le gisement : dans les quartz de La Gardette, elle ne dépasse pas 10^{-4}. J'ai trouvé dans des quartz du Binnental des plages assez larges et assez biréfringentes (7.10^{-4}) pour être observées à un fort grossissement. Par exemple, une plage de $\frac{1}{20}$ de millimètre de largeur se montre formée d'au moins 25 plages alternativement fortement biréfringentes à allongement — et très faiblement biréfringentes à allongement + et parfois même sans biréfringence, leur largeur pouvant n'atteindre que 1 ou $\frac{2}{100}$ de millimètre ou même quelques microns pour une longueur de 4 ou 5^{mm}. La biréfringence est généralement maximum pour les plages les plus externes, mais on rencontre parfois des alternances de

parties fortement et faiblement biréfringentes, quoique de même signe d'allongement.

En lumière convergente, les parties les plus biréfringentes montrent une biaxie très nette; l'angle apparent des axes mesuré par la méthode de Mallard atteint jusqu'à 28° pour une plage de biréfringence 7.10^{-4}. Bien entendu, cette valeur est exceptionnelle et presque toujours cet angle ne dépasse pas quelques degrés.

On rencontre parfois dans les quartz de La Gardette deux systèmes de plages : à l'intérieur les plages larges et peu biréfringentes typiques de ce gisement; à la partie externe, des plages plus fines et un peu plus biréfringentes, sans fusion entre les deux systèmes, qui correspondent vraisemblablement à deux stades de croissance.

En lumière monochromatique, après annulation du pouvoir rotatoire au moyen d'un analyseur tournant, il est facile de constater que les plages ne s'éteignent que rarement parallèlement aux faces du prisme, mais la mesure exacte de l'angle d'extinction est malaisée par le fait que les différentes composantes d'un système de plages ne s'éteignent pas toutes simultanément, et que leur inégalité de longueur et leur superposition en ces endroits produit une extinction onduleuse. Certaines s'éteignent par rotation sinistrorsum, les autres dextrorsum à partir de l'allongement c'est-à-dire de la trace de la face *m* (l'inverse après rotation de la lame autour d'une axe binaire); dans une même lame, dans les diverses lames taillées dans un même cristal et même dans les divers cristaux d'un gisement, les plages de biréfringence égale s'éteignent généralement dans le même sens et avec des angles à peu près voisins, mais généralement seules celles de même signe d'allongement. Les variations de ces angles d'un gisement à un autre sont nettes mais pas très fortes, ces angles étant généralement compris entre 0 et 20°, sinistrorsum ou dextrorsum (à $\pm 2\rho$ près, par retournement de la lame, ρ étant la rotation due au pouvoir rotatoire pour l'épaisseur et la longueur d'onde considérées).

GÉOLOGIE. — *Le marbre Napoléon et ses variétés; les buissons organiques des marbres Napoléon Tigré et Napoléon Gris.* Note de M. **H. Derville**, transmise par M. L. Cayeux.

Ce vocable de *Napoléon* fut primitivement appliqué au seul calcaire massif à larges éléments anguleux Grande Brèche qui fournit les matériaux pour l'érection de la Colonne du Camp de Boulogne; il fut ensuite étendu aux formations organiques qui lui sont superposées. C'est ainsi qu'on distingue aujourd'hui trois variétés de marbre Napoléon, le Napoléon Grand Mélange, le Napoléon Tigré dit Pattes d'alouettes et le Napoléon Gris.

Le *Napoléon Grand Mélange*, ainsi dénommé parce que son aspect varie beaucoup d'un point à un autre par la taille et l'agencement de ses éléments, est le correspondant de la Grande Brèche de Namur. C'est une formation massive d'une épaisseur moyenne de 4^m et de nature bréchique. Elle repose sur des bancs de calcaire rubanés dont les plus superficiels, provenant de dépôts repris et malaxés par la mer carbonifère, ont donné naissance à une brèche de rubanés par laquelle débute cette formation massive. Plus haut, les fragments anguleux de calcaire rubané disparaissent pour faire place à des fragments de plus grande taille, légèrement arrondis et de nature organique (brèches d'organismes). A la partie supérieure du Napoléon Grand Mélange, le sédiment s'est déposé sous des conditions plus calmes et l'on voit que se sont installés des organismes qui prendront bientôt une grande extension.

Ces organismes se répètent à deux niveaux différents (le *Napoléon Tigré*, inférieur, de $0^m,80$ à $1^m,20$ d'épaisseur; le *Napoléon Gris*, plus clair, qui lui est supérieur et d'une puissance de $1^m,30$ à $1^m,50$) et sont séparés par un calcaire rubané à rubans larges, dans lesquels ces organismes se retrouvent à l'état fragmentaire et qu'on exploite également comme marbre sous le nom de Lunel Rubané n° 2.

Ils ont la forme générale de buissons et sont constitués par un thalle à portions inégalement développées; de ces portions les unes sont larges, les autres, réduites à l'état de pédoncules, qui relient entre elles les premières. La texture, très simple, se résout en une série d'enveloppes concentriques; les espaces restés libres entre ces enveloppes sont de calcaire granuleux,

vestige vraisemblablement d'une gelée plasmique, d'une substance fondamentale de nature organique. Dans le calcaire granuleux du fond, de petites vacuoles sphériques se forment bientôt qui, par un accroissement progressif, viennent en contact les unes avec les autres. Elles se moulent, crèvent et donnent naissance à une grande vacuole irrégulière et festonnée.

Ce thalle, irrégulier et capricieux de contour, d'une structure originelle très simple, peut, par bourgeonnement, évoluer en un ensemble extrêmement compliqué. Le bourgeon se forme par évagination ou pincement d'une ou plusieurs des enveloppes superficielles; le bourgeon formé se développe à son tour tout en demeurant relié par un pédoncule qui, lui, reste toujours dans un état plus ou moins rudimentaire.

Deux détails seulement à signaler, parce qu'ils sont d'importance : la formation d'ovoïdes granuleux par condensation de la substance fondamentale; la présence, en certains points du thalle, de bâtonnets qui semblent se former aux dépens des enveloppes concentriques. Ces bâtonnets ne résultent pas d'une destruction du thalle, car ils ont une structure et sont trop réguliers de forme; par ailleurs, les portions du thalle en voie de dégénérescence sont toujours intensément vacuolisées et toute texture en a disparu pour faire place à du calcaire granuleux.

Ce niveau organique se retrouve dans le calcaire carbonifère de la Belgique où il surmonte la formation massive de la Grande Brèche; je l'ai observé à la partie supérieure de la carrière des Grands Malades près de Namur.

Un organisme morphologiquement différent mais très voisin par ses caractères anatomiques a édifié, à la base de l'assise à *Productus cora*, toute une série de rubans ondulés : organismes laminaires, étalés sur le fond marin, à thalle de même allure et creusé de vacuoles, montrant des ovoïdes en place, rattachés au thalle par un pédoncule et, en certains points, des nids de granules en tout comparables aux bâtonnets dont il a été question plus haut. Ces organismes, par leurs débris, contribuent aussi, en partie du moins, à l'édification du marbre Caroline.

Tout singulier et énigmatique qu'il soit, cet organisme thallaire n'en représente pas moins une individualité organique importante du calcaire carbonifère dans le Boulonnais, où on le rencontre à trois niveaux différents : deux dans l'assise à *Productus cora*, et un dans la zone à *Productus undatus*. Il serait même, par son type laminaire, caractéristique de la base

de la zone à *Lithostrotion Martini* : on le trouve communément dans tous les facies compatibles entre le Banc de Onze Pieds et le marbre Henriette; il disparaît alors pour ne plus se montrer que sous une forme légèrement différente et à la partie supérieure de la Grande Brèche. Très original de texture, ses caractères me conduisent à le rattacher de préférence au règne végétal.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur les marées de la Méditerranée orientale.* Note [1] de M. **M. Tenani**, présentée par M. E. Fichot.

1. De toutes les hypothèses pouvant expliquer rationnellement les amphidromies jusqu'ici observées dans les marées, aucune ne présente le caractère de généralité et de commode simplicité que nous offre le mouvement de rotation de la Terre [E. Fichot, *Influence de la rotation terrestre sur la physionomie des marées* (*Ann. du Bureau des Long.*, 1926)]. Un seul exemple semblait nécessiter une explication différente : celui de la Méditerranée orientale où l'on voyait partir de l'île de Crète un système de lignes cotidales se succédant dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire contraire au sens normal pour notre hémisphère.

Quelques observations de marée récemment faites par les hydrographes de la marine italienne, dans la mer Égée, semblent pouvoir éliminer cette exception et modifier nos idées sur l'oscillation de la Méditerranée orientale.

2. La mer Égée, considérée comme golfe de la Méditerranée, a été étudiée par Sterneck (*Wiener Berichte*, 124, II A, 1915).

Sa période propre calculée est de $12^h,3$, c'est-à-dire égale à celle des marées semidiurnes. La théorie prévoit alors que cette mer doit présenter à son débouché une ligne nodale à travers laquelle ont lieu les déplacements d'eau entretenant l'oscillation longitudinale et qu'on observera sur les rives opposées des marées dues à la déviation provoquée par la rotation terrestre sur les masses en mouvement.

3. Les observations susdites ont été effectuées dans les années 1926-1927 dans les îles italiennes de l'Égée méridionale ; en les soumettant à l'analyse harmonique avec le procédé récemment indiqué par Doodson, je suis arrivé aux constantes suivantes :

---

(1) Séance du 21 juillet 1930.

	M_2.		S_2.		N_2.		K_2.		K_1.		O_1.		P_1.		
Localité.	H.	*g*.	H.	*g*.	H.	*g*.	H.	*g*.	H.	*g*.	H.	*g*.	H.	*g*.	Durée.
Lindo.....	5,9	307	3,9	329	1,1	319	1,1	329	2,9	342	1,6	301	1,0	342	1m.
Rodi......	5,4	308	3,2	321	0,2	304	0,9	321	2,2	330	1,4	332	0,7	329	2m.
Simi......	4,4	327	3,1	346	0,4	4	1,0	346	1,1	353	1,3	299	0,4	353	1m.
Coo.......	3,6	329	2,3	347	0,7	1	0,6	347	2,0	355	1,5	310	0,7	355	1m.
Stampalia.	3,1	353	2,3	349	0,4	29	0,6	349	2,1	5	1,1	344	0,7	5	15 j.
Lero......	2,8	2	1,4	8	0,3	149	0,4	8	2,1	327	1,6	303	0,7	327	1m.

4. La comparaison des amplitudes semi-diurnes (H en cm.) diminuant progressivement à partir du sud avec les amplitudes relativement élevées qu'on retrouve à l'extrémité nord (30 cm. à Salonique) montre que la ligne nodale théoriquement prévue, se trouve en réalité un peu à l'intérieur dans la partie méridionale, légèrement au Nord de l'île de Leros. Quant aux situations semi-diurnes (*g* en temps du 30me méridien Est), jointes à celles qui étaient déjà connues, elles donnent pour les divers établissements du port, rapportés au passage de la Lune au même méridien, la succession suivante :

Lindo 10^h,9; Rodi 10^h,8; Simi 11^h,5; Coo 11^h,6; Stampalia 12^h,1; Lero 12^h,4; Aïvali 4^h,2; Saloniki 4^h,5; Euripe 5^h,7; B. de Chorinte 5^h,5; La Canée 2^h,4 (?)

Les lignes cotidales qu'on voyait diverger de la côte nord de l'île de Crète, et se succéder dans le sens des aiguilles d'une montre, appartiennent donc à ce système de sens normal, dont nous venons de constater l'existence dans la région méridionale de la mer Égée.

5. Considérons maintenant les établissements du port qu'on a pu observer sur la rive sud de la Méditerranée orientale (rapportés comme les précédents au 30e méridien E).

Tunisie (côte E, moyenne) 4^h,5; Tripoli 4^h,3; Homs 6^h,4; Misurata 7^h,5; Bengasi 10^h,7; Bomba 10^h,1; P. Bardia 10^h,9; Alexandrie 10^h,6; Port-Saïd 9^h,7; Jaffa 9^h,7; Tripoli de Syrie 10^h,0; Castelrosso 10^h,6.

Ils s'accordent assez bien avec l'existence dans la Méditerranée orientale, d'une autre amphidromie de sens normal, dont les lignes cotidales, en aboutissant à la côte sud de l'île de Crète, compléteraient l'apparence d'une amphidromie de sens contraire, ayant pour centre cette île.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la séparation de deux produits de solubilisation du soufre dans une terre enrichie en matière organique.* Note de MM. **G. Guittonneau** et **J. Keilling**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons montré (1) que le soufre incorporé au sol peut s'y solubiliser par voie microbienne sous des formes incomplètement oxydées parmi lesquelles, sans rien préjuger quant à la nature des produits restés indéterminés, nous avons déjà signalé la présence fréquente d'hyposulfites. W. A. Roach (2) a récemment confirmé les résultats de nos recherches. Il a en outre assimilé à des pentathionates et peut-être à d'autres polythionates les composés oxydables du soufre qui étaient apparus dans l'extrait aqueux de sa terre d'expérience (Rothamsted); mais il n'a pu, dans une solution aussi complexe, établir rigoureusement leur identification.

De notre côté, nous avons voulu séparer et caractériser isolément les produits intermédiaires de l'oxydation microbienne du soufre qui se formaient en forte proportion, ainsi que nous l'avons dit, dans la terre du jardin de l'Institut agronomique de Paris, additionnée de peptone. Nous y avons réussi aussi bien en ce qui concerne l'acide hyposulfureux que l'acide pentathionique.

I. *Séparation de l'acide hyposulfureux.* — La réaction classique de Carnot (3) nous permettait de séparer d'un extrait de terre dépourvu d'hyposulfites préexistants, 90 pour 100 environ de l'acide hyposulfureux que nous lui ajoutions. Il suffisait, pour que la formation de l'hyposulfite double de potassium et de bismuth pût s'effectuer, que la concentration des solutions en S^2O^2 fût supérieure à 0,5 pour 1000. Or, cette concentration était souvent dépassée dans les extraits de nos terres d'expérience.

Exemple. — Le 29 juin 1930 nous avons extrait par un litre d'eau distillée les produits solubles d'un kilo d'une terre mise en expérience le 25 juin. Cet extrait initial a été enrichi par passages successifs sur quatre autres portions d'un kilo de la même terre, puis rendu parfaitement limpide par filtration sur papier et sur bougie Chamberland. A 100^{cm^3} de cet extrait enrichi nous avons ajouté 1^{cm^3} d'acide chlorhydrique au tiers, 4^{cm^3} d'une

---

(1) G. Guittonneau et J. Keilling, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 898.

(2) W. A. Roach, *Journal of Agricultural Science*, **20**, 1930, p. 74.

(3) A. Carnot, *Comptes rendus*, **83**, 1876, p. 338.

solution de chlorure de potassium à 10 pour 100, 4^{cm^3} d'une solution à 10 pour 100 de sous-nitrate de bismuth dans l'acide chlorhydrique au sixième, puis 1000^{cm^3} d'alcool à 95°. Il s'est formé un précipité jaune qui contenait 84^{mg} de S^2O^2 (pour 200^{mg} de soufre oxydable total dans les 100^{cm^3} d'extrait). Ce précipité impur, recristallisé cinq fois dans l'alcool, nous a finalement donné de belles aiguilles jaunes d'hyposulfite double de potassium et de bismuth dont la teneur en S^2O^2 était de 41,7 pour 100 (au lieu de 42,2 pour 100 d'après Carnot).

II. *Caractères, en solution, des dérivées oxydables du soufre autres que les hyposulfites contenus dans nos extraits.* — Nous avons, dans certains cas, obtenu des extraits riches en soufre soluble oxydable, exempts d'hyposulfites et ne contenant, par conséquent, en dehors des sulfates faciles à séparer, que les dérivés du soufre dont il nous restait à déterminer la nature.

En étudiant de préférence de tels extraits, nous avons pu établir que ces dérivés se distinguaient, en solution, par les caractères suivants : 1° Ils se transformaient facilement en hyposulfites sous l'influence des alcalis. Dans l'extrait additionné de 10 pour 100 de lessive de potasse, leur soufre passait à l'état de S^2O^2 dans la proportion de 75 pour 100 après 30 minutes d'ébullition. Cette transformation s'accompagnait quelquefois d'une production de SO^2, mais jamais de H^2S. 2° Concentrés dans les extraits au delà d'une certaine limite (30 pour 100 de soufre dans le liquide), ils se décomposaient, même à basse température et sans avoir cristallisé, avec production de SO^2, de S^2O^2 et dépôt de soufre. 3° Très stables en milieu acide, ils résistaient à une ébullition de 30 minutes au réfrigérant ascendant en présence de 5 pour 100 de HCl.

Les polythionates supérieurs possèdent les propriétés précédentes. Nos extraits donnaient, en outre, comme des solutions de pentathionates, un précipité brun passant au noir avec le nitrate d'argent et un précipité jaune avec le nitrate mercurique. Nous avons donc cherché à en séparer de l'acide pentathionique.

III. *Séparation de l'acide pentathionique.* — A cet effet nous avons amené à 850^{cm^3}, par concentration dans le vide, à la température de 50° et en milieu légèrement acide, 3^l d'extrait exempt d'hyposulfite et contenant 3^g,5 de soufre oxydable. Après avoir désulfaté le liquide concentré par le chlorure de baryum en milieu acétique, nous lui avons ajouté 5^g d'acétate de potassium et 9 fois son volume d'alcool-éther (1 partie d'alcool pour 2 d'éther). A une température voisine de 0°, nous avons obtenu, en 24 heures, plusieurs grammes de cristaux que nous avons purifiés par recristallisation dans l'eau

sulfurique à 1 pour 100, essorés, lavés à l'alcool et séchés dans le vide. Formés de tables hexagonales semblables à celles qu'a décrites H. Debus [1] pour le pentathionate de potassium, ils possédaient toutes les propriétés des pentathionates. L'analyse nous a montré que leur composition centésimale ($S = 41,2$; $K = 19,8$) correspondait, à très peu près, à celle d'un pentathionate de potassium à 3 molécules d'eau (pour $S^5O^6K^2, 3H^2O$, $S = 41,2$, $K = 20,1$).

ZOOLOGIE. — *De la durée d'évolution chez* Æolidia amœna *nob.* (1928). Note de M. **J. Risbec**, transmise par M. L. Joubin.

La durée de l'existence chez les Nudibranches est à peu près inconnue. Il m'est possible de donner quelques indications sur celle de *Æolidia amœna*.

La ponte a lieu durant toute l'année. De la ponte à l'éclosion s'écoule un temps variable suivant les saisons, mais allant de 5 à 10 jours; en moyenne 8 jours. Les larves n'ont pu être amenées à transformation. Leur mort en aquarium correspond assez vraisemblablement au début de la période critique de leur transformation en individus de forme définitive. Cette période de vie larvaire peut être ainsi évaluée au maximum de 20 jours.

Le hasard m'a permis de recueillir sur une ponte de Mollusque indéterminée un exemplaire très jeune. Recueilli le 28 mars le jeune *Æolidia* mesurait environ $0^{mm},75$. Le 29 mars, sa taille avait à peu près doublé. Le 1er avril, il mesurait 4^{mm} de long, le 3 avril 7^{mm}. Il avait alors atteint semble-t-il sa taille maxima. La ponte était obtenue sans qu'il y ait nouvelle croissance de l'animal durant la nuit du 5 au 6 avril.

Une génération, de l'œuf à l'œuf, comporte donc une durée de 8 jours pour la vie dans le ruban nidamentaire, plus une vingtaine de jours pour la vie larvaire, plus 11 jours pour la vie de l'animal de forme définitive avant la ponte; soit au total une quarantaine de jours.

Durant sa période de croissance, l'animal présente les modifications suivantes :

Le 29 mars, il ne porte qu'un seul cirre de grande taille (environ moitié de la longueur totale du corps), les autres cirres étant très petits. La formule étant à droite 2-1-1, à gauche 3-2-1.

---

[1] H. Debus, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 244, 1888, p. 76-189.

Le 30 mars, deux autres cirres de la première rangée ont atteint la taille du grand cirre observé la veille, ainsi qu'un cirre de la deuxième rangée; les autres cirres ont pris un accroissement notable.

Le 1er avril, la formule est devenue 4-3-2-1 de chaque côté, certains cirres sont presque aussi longs que le corps.

Le 3 avril, les cirres sont très développés. La formule est à droite 3-2-2-2-1; et à gauche 4-1-2-2-1.

Cette dernière formule indique l'apparition d'une nouvelle rangée de cirres entre la première et la deuxième rangée du 1er avril.

La nouvelle rangée est d'ailleurs plus rapprochée de la rangée antérieure que de celle qui la suit. C'est en arrière de ses cirres que se trouve la péricarde.

Les 28 et 29 mars, le corps est rempli, depuis la région du bulbe en avant jusqu'à la dernière rangée de cirres, par une masse jaune, opaque, qui se prolonge dans les cirres en laissant seulement leur extrémité libre transparente. A partir du 29, le corps se vide de la masse jaune qui passe dans les cirres, qui se sont développés, et devient transparent. Cette masse jaune correspond sans doute à une masse nutritive destinée à être digérée, à moins que ce ne soit seulement la masse hépatique; l'*Æolidia* aurait alors un stade holohépatique avant d'être cladohépatique.

Le corps, après s'être ainsi libéré, ne présente plus de coloration que par des taches marron réparties par plages dorsales entre les cirres.

Il est à remarquer que l'*Æolidia amœna* est la seule espèce du genre *Æolidia* dont on trouve en Nouvelle-Calédonie de nombreux exemplaires et de nombreuses pontes (dans les baies très abritées de Canala et de Kouaoua). Les œufs sont peu nombreux dans chaque ruban et de taille relativement grande. Les conditions diffèrent donc, semble-t-il, de celles de la plupart des espèces du groupe et il est probable que la durée d'évolution y est plus courte, ainsi que la durée de l'existence de l'individu de forme définitive. Chaque exemplaire peut pondre plusieurs fois, mais, autant qu'on en peut juger en captivité, à intervalles rapprochés et l'existence ne doit pas dépasser deux mois pour ces formes.

PATHOLOGIE. — *Une mycose nouvelle provoquée par une levure du genre* Debaryomyces : Debaryomyces mucosus n. sp. Note (¹) de MM. **A.** et **R. Sartory**, **G. Hufschmitt** et **J. Meyer.**

Ce cas nous a paru particulièrement intéressant, étant donnée la propagation de l'affection à diverses parties du corps, les caractères spécifiques de l'organisme en cause qui le distinguent non seulement des levures en général mais aussi des autres espèces du genre *Debaryomyces*, la facilité avec laquelle il produit des asques au détriment des cellules bourgeonnantes à forme levure.

Le malade, âgé de 63 ans n'a pas d'antécédents héréditaires; l'affection a débuté il y a cinq ou six ans à la partie latérale droite du cou, au-dessous de l'angle de la mâchoire, par une grosseur qui s'est accrue sans douleurs; après différents traitements d'ordre chirurgical, une récidive s'est produite à l'angle du maxillaire; puis un panaris se forme à l'index droit, conséquence probable du toucher de la lésion au cou; on ampute la phalangette. Divers abcès se produisent dans le pli du coude, au sternum; ce dernier guérit spontanément. Des boutons apparaissent sur le dos de la main droite; ils se réunissent par la suite pour donner une surface ulcéro-purulente; enfin on constate la formation d'abcès au bras droit, au sommet du coude. Plus tard au cou, à l'angle de la mâchoire, deux formations humorales sont visibles : elles ressemblent à des ganglions durs, mobiles, indolores; le sommet est fistulisé; de temps en temps ces fistules s'oblitèrent et forment de petits abcès sous-cutanés qui donnent du pus. Le dos de la main droite se recouvre d'une carapace de lésions polymorphes; sous l'index présence de verrucosités humides. Au coude et sur les bras, des éléments croûteux, entourés d'un hile et pigmentés, apparaissent.

En aucun cas, dans le matériel pathologique nous n'avons pu mettre en évidence, par la méthode de Ziehl-Nielsen des éléments acido-résistants; par contre, dans les frottis, on a noté la présence d'une levure et d'un streptocoque. Sur les milieux solides (Sabouraud, gélatine, gélose, pomme de terre, carotte, milieux au sang), nous avons obtenu de rares cultures pures extrêmement faibles. Sur une série de tubes où nous avions laissé intentionnellement une petite quantité de liquide en profondeur, s'est formé un dépôt

(¹) Séance du 28 juillet 1930.

glaireux qui renferme : 1° de rares éléments levures; 2° des cellules sphériques pourvues d'un protoplasme très dense, fortement coloré par le bleu lactique, mesurant environ 3 à 4^{μ} de diamètre; 3° des cellules nombreuses, plus grandes, sphériques, munies de nombreuses protubérances qui sont des asques à 4 ascospores, mesurant 4 à 5^{μ} de diamètre; les ascospores sont mises en liberté par la rupture de la membrane de l'asque; 4° enfin un dépôt visqueux, blanc jaunâtre qui devient plus tard blanc sale et qui forme une sorte de zooglée où sont enfermées les cellules rondes. L'organisme ne forme pas de mycélium; les formes levures sont isolées et bourgeonnantes, arrondies ou légèrement apiculées de $2^{\mu},5$ à $3^{\mu},5$ sur 3,5 à 4^{μ}. Notons ici que dès le début de la formation des asques, ces éléments levuriformes diminuent; au bout d'un certain temps ils n'existent plus dans les cultures et celles-ci ne renferment que des asques. La copulation est hétérogamique dans certains cas; souvent elle s'opère entre une cellule adulte et un petit bourgeon formé par cette dernière immédiatement avant et resté encore attaché à elle; enfin la parthénogenèse est très fréquente : nombre d'asques naissent sans copulation, soit aux dépens de cellules ordinaires, soit aux dépens d'éléments pourvus de diverticules au moyen desquels elles ont essayé, sans y parvenir, de se réunir deux à deux. Les asques renferment 1,3 ou 4 ascospores; le nombre 4 prédomine. Les ascospores sont globuliformes, à surface non lisse (munie de petites élevures), présentant souvent en leur centre une ou plusieurs guttules de graisse. Les inoculations au cobaye au moyen du matériel pathologique ont amené la production d'abcès guérissant spontanément; le poids de ces animaux est en augmentation; des études sur l'action pathogène expérimentale sont en cours.

Le traitement institué a été le suivant : à l'intérieur administration de 1 à 7^{g} d'iodure de potassium par jour, progressivement. Localement on a procédé à l'application de vaseline salicylée pour décaper les éléments croûteux, à des badigeonnages à la teinture d'iode salicylée et chrysarobinée. Au bout de 3 semaines le résultat de cette médication étant faible, on a recours à la diathermo-coagulation qui paraît donner de très bons résultats.

De l'ensemble de nos constatations nous pouvons conclure que notre organisme doit être rattaché au genre *Debaryomyces* (Klöcker, 1909) : en effet les asques sont munis de protubérances qui leur donnent l'aspect de pommes épineuses; les cellules sont rondes ou ovales et mesurent en moyenne 4^{μ} de diamètre. La copulation s'effectue à la manière des *Debaryomyces*, donnant naissance à des asques ronds, à membrane épaisse, réfringente

(5^{μ} de diamètre); l'ascospore renferme des gouttelettes de graisse et possède une double membrane.

Dans un prochain Mémoire, nous exposerons l'étude détaillée et approfondie de cet organisme.

PATHOLOGIE EXTERNE. — *Action chez les cancéreux d'extraits de tumeurs, administrés par voie buccale, à doses faibles et fractionnées.* Note de MM. **G. Cuvier** et **J. A. Carrère**, transmise par M. Charles Richet.

Depuis les essais de Ch. Richet, en 1895, divers expérimentateurs ont tenté par des voies et des méthodes diverses, le traitement biologique du Cancer. Les résultats de J. Thomas, ont à cet égard plus particulièrement retenu notre attention. Nous pensons compléter ces recherches, par l'étude des extraits de tumeurs, administrés par voie buccale à doses faibles et fractionnées.

Fibiger et Muller ont déjà noté l'influence du mode de préparation des extraits de peau embryonnaire, pour prévenir les métastases. Nous pensons que les mécomptes de Seeligmann, de Jensen et de Blumenthal, peuvent provenir du mode de préparation et d'administration de leurs produits. Dans les conditions où nous nous sommes placés dans les 54 cas observés à ce jour, nous avons constaté une action manifeste sur l'organisme. Les résultats obtenus ayant été relativement constants, et souvent favorables.

La dose initiale doit être de V gouttes par jour, administrées séparément, loin des repas, dans un peu d'eau. Dès le troisième jour on a parfois noté une exagération des douleurs au niveau du néoplasme. On diminue alors la dose (III gouttes), puis on revient à la dose initiale. Si rien ne se produit, on s'en tient à la dose du début. Vers le quinzième jour, il se produit habituellement une amélioration nette dans l'état général, l'état local (saignements taris), la sédation des douleurs, il y a reprise du poids. Il est bon alors de ramener les prises à III gouttes, pour revenir ensuite progressivement aux V quotidiennes, et éviter par là un pallier dans la marche ascendante de l'amélioration apparente. La conduite du traitement doit donc tenir compte des améliorations ou de la recrudescence des symptômes accusés.

Le malade doit être soumis à des règles hygiéniques strictes, ne pas se fatiguer, ou s'écarter du régime imposé, quand apparaît l'amélioration. La radio et la radiumthérapie, sont à proscrire en cours de tumorothérapie.

Les rayons infrarouges, par contre nous paraissent ajouter leur action favorable.

Ces extraits pensons-nous, « en juxtaposant des chimismes différents, réalisent une synergie physiologique nouvelle », peut-être comparable aux réactions humorales, qui, au cours de la ménopause, entraînent une autolyse spontanée et une régression des fibromes utérins. Le déterminisme exact nous en échappe.

Après 6 mois de pratique, nous croyons pouvoir conclure à une action manifeste, tant chez l'animal que chez l'homme, des extraits de tumeurs, obtenus par nous et administrés selon la méthode précisée. Le traitement ne doit cependant pas être *in extremis*, ni proche de séances de radio et radiumthérapie. Les auto-extraits, ou les extraits homologues sont à employer de préférence. A leur défaut, des extraits polyvalents peuvent donner des résultats très intéressants.

Bien entendu, nous n'envisageons actuellement que des résultats palliatifs, seule leur durée devant servir de critérium à la connaissance exacte et complète de la tumorothérapie. La multiplicité des observations sera aussi nécessaire, pour en fixer les applications pratiques précises, et juger de sa spécificité. Nos études en cours, sur la possibilité d'immunisation chez l'animal, et la préservation des récidives, après extirpation chirurgicale chez l'homme, pourront servir, nous l'espérons, de bases d'appréciation.

En tout cas, l'action manifestée par nos extraits sur l'organisme des cancéreux, sans préjuger de son rôle thérapeutique, nous semble, au point de vue biologie générale, être le point de départ de conséquences théoriques et expérimentales intéressantes, que nos travaux ultérieurs s'efforceront de préciser.

La séance est levée à $15^h 20^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AOUT 1930.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Notre Compagnie se trouve, encore une fois, bien durement frappée : notre cher Confrère M. **A.-J. Le Bel** est mort mercredi 6 août au matin, il y a 5 jours, et nous l'avons conduit vendredi à sa dernière demeure.

Il s'est éteint plein d'années, après une très courte maladie; mais depuis assez longtemps il ne sortait pas.

Vous savez qu'il fut un chimiste génial qui, à 27 ans, en 1874, énonça les principes fondamentaux de la Stéréochimie.

A l'École Polytechnique il apprit les Mathématiques et la Chimie; mais il ne devait qu'à lui-même le succès de ses entreprises, tant industrielles que scientifiques.

Avec son oncle, l'illustre Boussingault, il étudie d'abord les bitumes et il se rallie à l'opinion, bien confirmée depuis, qui regarde les pétroles comme produits par l'action de la vapeur d'eau sur des substances métalliques.

Il entre ensuite au laboratoire de Wurtz et il formule et même complète ses brillants principes de chimie, en s'appuyant notamment sur les travaux de Pasteur.

Sur bien des points il eut figure de précurseur, mais la Stéréochimie assure à son nom l'éclat réservé aux noms des fondateurs.

Avec lui c'est presque un autre âge qui nous quitte. Une voix compétente rappellera bientôt ici ses travaux.

Il était né à Pechelbronn (Bas-Rhin) le 21 janvier 1847.

ASTRONOMIE. — *Observations et Coordonnées de la tour de Châtillon.* Note (¹) de M. **Bigourdan.**

III. Les observations astronomiques faites à cette tour sont peu nombreuses et sont toutes de Le Monnier. Outre celles relatives à la réfraction, nous ne trouvons que celle de l'éclipse horizontale de Lune du 23 décembre 1768 (²), observée avec la lunette achromatique de $3\frac{1}{2}$ pieds, appartenant au Duc. On avait aussi fait des préparatifs pour y observer le passage de Vénus de 1769, mais l'état du ciel les rendit inutiles

Quant aux observations de réfraction, restées plutôt à l'état de projet, elles avaient pour but de déterminer la réfraction horizontale. Le Monnier voulait (³) appliquer, au moyen d'étoiles circumpolaires, une méthode qu'il vante trop peut-être et qui, d'ailleurs, avait déjà été employée par Picard en 1676 (⁴) au moyen du Soleil. Bailly (⁵), l'expose à peu près ainsi : les étoiles boréales, qui, à leur passage inférieur, descendent peu vers l'horizon, coupent celui-ci fort obliquement; « la réfraction qui les élève, les transporte dans un autre cercle diurne, et les fait lever et coucher à d'autres points de l'horizon. En calculant, par les positions connues des étoiles, l'arc intercepté entre les vrais points de leur lever et de leur coucher comme il paraîtrait, s'il n'y avait point de réfraction ; en observant la grandeur altérée de cet arc, la différence donnera l'effet même de la réfraction » : il est tel que pour α Lyre, observée de Châtillon, une réfraction plus grande ou plus petite de 1′ diminue ou augmente cet arc de 29′. Tel est, en effet, le nombre donné par Le Monnier et accepté par Bailly, mais il a été contesté par Cagnoli; Delambre (⁶), montre que Le Monnier avait dû commettre quelque erreur et que le changement est de 8′ au lieu de 29′. Pour appliquer la méthode on établit des repères au Nord, dans les bois de Montmorency, mais il semble qu'on n'alla pas plus loin.

Coordonnées. En 1766 (*Mém. Acad.*, 1766, p. 608), Le Monnier donnait 48°.47′.40″ pour la latitude de cette tour, mais en 1768 il l'avait augmentée

---

(¹) Séance du 4 août 1930.

(²) *Mém. de l'Acad. des Sc.* pour 1769. *Hist.*, p. 101, et *Mém.*, p. 61.

(³) *Mém. de l'Acad. des Sc.* pour 1766, *Hist.*, p. 104 et *Mém.*, p. 608.

(⁴) Le Monnier, *Histoire céleste*, p. 205.

(⁵) *Histoire de l'Astronomie moderne*, III, 1782, p. 94.

(⁶) *Hist. de l'Astr. au* XVIIIe *siècle*, p. 226.

de 12″,5. La *Conn. des T.* lui a, pendant longtemps, vers 1770-1790, attribué les coordonnées suivantes : $\Delta\zeta = 0^{m}.14^{s},0\,O$; $\varphi = +48°.47'.49''$.

Dans les *Mém. Acad.* de 1769, p. 61, Le Monnier donne les nombres ci-après que nous adoptons :

$$\Delta\zeta = 3'.30'',3 = 0^{m}.14^{s},02\,O;$$
$$\Delta\varphi = -2303^{\text{toises}},31 = -2'.25'',3; \qquad \varphi = +48°.47'.45'',7.$$

Projet de transfert de l'Observatoire de Paris à Châtillon.

Lors de la discussion relative au transfert de l'Observatoire de Paris, en 1868-1869, divers astronomes, et parmi eux Y. Villarceau, préconisaient le plateau de Châtillon ([1]) pour en construire un nouveau. On avait même décidé d'y faire des observations d'essai, tant au point de vue de l'observation sur le bain de mercure que relativement à l'emploi de forts grossissements. Les premières furent faites par Villarceau et montrèrent que le nadir s'y observait plus facilement qu'à Paris; quant aux secondes, qui auraient nécessité une installation assez coûteuse, elles ne furent pas faites, ce qui fournit ample matière à discussion.

Pilier astronomique.

Pour la nouvelle et dernière mesure de la méridienne de Paris, par le Dépôt de la Guerre, on a établi, au bord Est du plateau de Châtillon, un solide pilier astronomique, où l'on y a fait diverses observations; et pour lui le Service géographique de l'Armée donne les coordonnées suivantes, relatives à notre origine en mètres (nous en déduisons les coordonnées géographiques) :

$$\Delta\zeta = 4232^{m},1 = 3'.27'',48 = 13^{s},83\,O;$$
$$\Delta\varphi = -5216^{m},5 = -2'.48'',9; \qquad \varphi = 48°.47'.22'',1.$$

Remarque. — Je donne ici des détails supplémentaires des Notes précédentes :

Œuvres de Cagnoli. — Indiquons enfin la série de ses Ouvrages et Mémoires, ceux-ci publiés surtout dans les *Memorie .... della Società italiana*, in-4°, que nous indiquons par l'abréviation *Mem. Soc. Ital.* :

Corrections aux *Tables* de Lalande. *Éphémérides* de Lalande, tome 8.

([1]) COMMISSION DE L'OBSERVATOIRE. *Procès-verbaux des séances*, Rapport à l'Académie et pièces annexées, 1868-1869, p. 22.

Méthode pour trouver la situation de l'équateur d'une planète et l'obliquité de l'écliptique par rapport à la rotation du Soleil et de la Lune (*Mém. des Sav. Étrangers*, 10, 1785, p. 467-476).

Trigonometria piana e sferica, 1 vol. in-4°, publiée en même temps en italien et en français; celle-ci fut traduite par N. M. Chompré. 1re édition en 1786; 2e édition italienne, 1804; 2e édition française, 1808. « C'est, dit Lalande, le meilleur ouvrage qu'on ait fait sur la Trigonométrie et sur son application à l'Astronomie. »

Degli inconveniente che nascono dal regolare gli orologi al tramontar del Sole o como anche dicesi all' italiana (Venezia, 1787, in-8°).

Méthode pour calculer les longitudes géographiques d'après l'observation d'éclipses du Soleil ou d'occultations d'étoiles (Vérone, 1789). Couronnée par l'Académie de Copenhague, prix de 1788.

Sezione coniche (Modena, 1801; Turin, 1802, petit in-8°).

Almanacco, con diverse notizie astronomiche, 16 volumes 1787-1801, 1805 et 1806.

Delle stazioni de pianeti (*Mem. Soc. Ital.*, III, 1786, p. 369-374).

L'opposizione del nuovo Pianeta [Uranus] osservata nel 1788. Id. IV, 1788, p. 1-3. Opposition déduite de 3 observations équatoriales de janv. 16, 18 et 20 de 1788.

Le digressioni di Mercurio e di Venere in Aprile e Maggio 1788, osservata in Verona. Id. IV, p. 519-529.

Della longitudine di Verona, determinata con osservazioni astronomiche. Id. V, 1790, p. 77-87. Ecl. de ⊙ de 1788 et 10 occultations d'étoiles observées en 1788-1789.

Della latitudine e delle refrazioni di Parigi e di Verona, e dell' obliquità dell' eclittica. Id. V, p. 259-277.

Nuovo e sicuro mezzo per riconoscere la figura della terra. Id. VI, 1792, p. 227-235. Peu remarqué d'abord, ce Mémoire fut réimprimé à Londres par les soins de Baily, en 1819, afin de le distribuer à ses amis. Voir, par exemple, *Bibliothèque universelle* de Genève, Sciences et Arts, 20, p. 165, note.

Notizie astronomiche adattate all' uso commune, 2 vol., 1799-1802, in-8°.

Osservazioni meteorologiche fatte in Verona. Id. V, p. 1-7; VI, p. 205-210 et VII, 1794, p. 300-304. C'est seulement un résumé; celles des Tomes V à VII sont respectivement des années 1788-89, 1790-91 et 1792-93. Le baromètre était de Mégnié et muni de divers perfectionnements.

Cose trigonometriche. Id. VII, 1794. p. 1-56.

Degli elementi spettanti alla teoria della rotazione solare e lunare. Id. VIII, 1799, p. 196-213.

Delle differenza finite nella trigonometria. Id. Id., p. 214-218.

Della piú esatta costruzione delle carte geografiche. Id. Id., p. 658-664.

Formule per corregger le deviazioni d'un istromento de transiti. Id. IX, 1802, p. 30-43.

Catalogo di stelle boreali. Id. X, 1803, p. 687-732. Voir ci-dessus.

Supplemento al Catalogo di stelle. Id. XI, 1804, p. 676-679, avec des corrections.

Notizie astronomiche di Germania communicate all' Italia. Id. XIV, 1809, p. 234-236. Ce sont des éléments de la grande comète de 1807 et de 1808 III.

Problemi sull' equazione dell' orbità e sulla eccentricità de' pianeta. *Atti Istit. Nazional Ital.* I, 1806.

Compendio della trigonometrià piana ad uso degli aspiranti a la Scuela militare in Modena, 1807.

La *Connaissance des Temps* de l'an VII, p. 437-438, contient des occultations d'étoiles observées par Cagnoli en 1792-1794. Il a laissé aussi quelques manuscrits.

M. **Léon Guillet** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de MM. Ch. Berthelot et J. Orcel, intitulé *Les Minerais, leur étude, leur préparation mécanique et la situation économique de la question*, dont il a écrit la *Préface*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *O terremoto do 1° de novembre de 1735 em Portugal e um estudo demogràfico, por* Francisco Luis Pereira de Souza. Volume III. *Distrito de Lisboa*.

2° *Applications de la gravifique einsteinienne*, par M. Th. de Donder (Fascicule XLIII du *Mémorial des Sciences mathématiques*). (Transmis par M. M. Brillouin.)

HYDRODYNAMIQUE. — *Extension du procédé de la représentation conforme aux mouvements à trois dimensions.* Note [1] de M. **Alayrac**.

Un écoulement irrotationnel à deux dimensions est caractérisé par une fonction de la variable complexe dite potentiel complexe qui détermine la fonction potentielle des vitesses et la fonction du courant.

Pour essayer de trouver une propriété analogue, je remarque que les deux fonctions f (fonction potentielle) et φ (fonction de courant) jouissent des propriétés suivantes :

1° Ces fonctions sont orthogonales;

2° Leurs paramètres différentiels du premier ordre sont égaux;

3° Leurs paramètres différentiels du second ordre sont nuls. Ces conditions sont suffisantes.

Ces trois propriétés se résument par la propriété suivante de la fonction $f + i\varphi$ potentiel complexe :

Cette fonction a ses deux paramètres différentiels nuls.

Si je pouvais déterminer une fonction de x, y, z à coefficients imaginaires $U + iV$ jouissant de ces deux propriétés U pourra être considéré comme la fonction potentielle d'un écoulement irrotationnel à trois dimensions, s'écoulant autour de l'une quelconque des surfaces $V = \text{const.}$

D'autre part, de cet écoulement initial on pourra déduire une infinité d'autres en prenant une fonction analytique

$$F(U + iV) = U_1 + iV_1.$$

Le problème est donc ramené à la recherche d'une fonction $U + iV$ dont les deux paramètres différentiels soient nuls.

On peut en trouver une infinité par le procédé suivant : Supposons que $\lambda = f(xyz\alpha)$ représente, si l'on donne à α une valeur constante, une famille de surfaces parallèles. On sait que $\lambda'^2_x + \lambda'^2_y + \lambda'^2_z$ est une fonction de λ, $\lambda'^2_x + \lambda'^2_y + \lambda'^2_z = F\lambda$. Si λ_0 est une racine de $F(\lambda) = 0$, l'équation $f(x, y, z, \alpha) = \lambda_0$ détermine une fonction α de xyz dont le paramètre différentiel du premier ordre est nul. Pour que le paramètre du second ordre soit nul il faut que

$$f'^2_\alpha (f''_{x^2} + f''_{y^2} + f''_{z^2}) - f''_{\alpha^2}(f'^2_x + f'^2_y + f'^2_z) = 0.$$

---

[1] Séance du 7 juillet 1930.

Il faudra donc que la famille de surfaces parallèles soit harmonique. Il faut donc trouver d'abord une fonction harmonique représentant des surfaces parallèles. Seuls, la sphère et le plan peuvent satisfaire à ces deux conditions. La sphère $\lambda = \frac{1}{\sqrt{(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2}}$ ne peut convenir car il faudrait prendre $\lambda_0 = 0$.

La seule solution sera donc donnée par la fonction du premier degré $Ax + By + Cz + D$ où ABCD sont des fonctions d'un paramètre α. Les deux conditions seront remplies sous la seule condition : $A^2 + B^2 + C^2 = 0$.

Il existe une infinité de fonctions A, B, C de α satisfaisant à cette identité. Pour avoir tout d'abord un exemple simple, supposons $D = 0$ et prenons la solution simple

$$A = 2\alpha, \qquad B = 1 - \alpha^2, \qquad C = i(1 + \alpha^2)$$

α sera donné par l'équation

$$(y - zi)\alpha^2 - 2\alpha x - (y + zi) = 0,$$

d'où la solution

$$\alpha = \frac{y + zi}{r - x}, \qquad \text{où} \qquad r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

Dans le cas général, l'équation qui donne α en fonction de x, y, z :

$$(1) \qquad 2\alpha x + (1 - \alpha^2)y + i(1 + \alpha^2)z = f(\alpha),$$

ne sera généralement pas résoluble, mais si je pose $\alpha = U + Vi$, l'équation (1) équivaut aux deux équations

$$2Ux - (U^2 - V^2 - 1)y - 2UVz = \varphi(U, V)$$
$$2Vx - 2UVy + (U^2 - V^2 + 1)z = \psi(U, V),$$

où φ et ψ représentent deux fonctions conjuguées de U et de V. Ces deux équations représentent une congruence de droites et les surfaces $U = \text{const.}$, $V = \text{const.}$ sont donc deux familles de surfaces réglées se coupant deux à deux suivant une génératrice et orthogonales tout le long de cette droite. Un point U, V du plan complexe définit une droite de la congruence.

Les écoulements définis par la fonction potentielle U sont des écoulements dont les lignes de courant sont les trajectoires orthogonales des génératrices des surfaces V, et réciproquement. Les cylindres de l'écoulement plan sont donc remplacés par des surfaces réglées dont on peut faire varier la forme en faisant varier la fonction $f(\alpha)$, et la plupart des propriétés de l'écoulement plan pourront être transportées dans ce domaine.

La méthode remplaçant le cylindre par des surfaces réglées ne se prête pas à l'étude directe des écoulements autour de surfaces fermées, mais elle pourra peut-être y être étendue en considérant des surfaces de discontinuité. Dans tous les cas, elle donne un procédé de détermination de fonctions harmoniques à trois dimensions pouvant être utilisé pour l'étude générale des écoulements.

PHYSIQUE ÉLECTRONIQUE. — *Les électrons dans les métaux et le classement des ondes de de Broglie correspondantes.* Note [1] de M. **L. Brillouin**, présentée par M. J. Perrin.

1. Dans un réseau cubique d'ions positifs (maille d) se meuvent des électrons; aussi bien pour les électrons liés que pour ceux qui sont libres, les ondes de L. de Broglie sont du type suivant [2]

$$\Psi(x, y, z) = A(x, y, z)\, e^{-2\pi i(ax+by+cz)} \tag{1}$$

où A est une fonction périodique (de période d) en x, y et z. Il y a alors indétermination dans le choix des coefficients a, b, c, car on peut aussi bien écrire

$$\left\{\begin{aligned} &\Psi = A'(x, y, z)\, e^{-2\pi i(a'x+b'y+c'z)},\\ &a' = a + \frac{l}{d}, \qquad b' = b + \frac{m}{d}, \qquad c' = c + \frac{n}{d},\\ &A'(x, y, z) = A(x, y, z)\, e^{\frac{2\pi i}{d}(lx+my+nz)}, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

où l, m, n sont trois entiers quelconques; la nouvelle fonction A′ a la même périodicité que A; nos coefficients a, b, c ne sont donc déterminés qu'au module $\frac{1}{d}$ près.

On peut pourtant fixer un *numérotage vrai* de ces ondes, en passant à la limite, et supposant que les inégalités de potentiel dans le réseau s'effacent et tendent vers zéro; l'onde (1) numérotée correctement est celle qui se réduit alors à la forme

$$\Psi = A_0\, e^{-2\pi i(ax+by+cz)}, \tag{3}$$

---

(1) Séance du 28 juillet 1930.

(2) Wittmer et Rosenfeld, *Zts. f. Phys.*, **48**, 1928, p. 530. — F. Bloch, *Zts. f. Phys.*, **52**, 1928, p. 559. — L. Brillouin, *Les Statistiques quantiques*, Presses Univ., Paris, 1930, Chap. VIII, p. 255.

avec une amplitude A_0 constante, et donne une onde plane ordinaire de L. de Broglie. Nous avons examiné, dans une Note précédente (1), ce problème où le potentiel est presque constant, et dessine à peine le réseau.

Nous avons vu que les conditions de Bragg conduisent à diviser l'extension en moments (2) (espace a, b, c) en zones concentriques, comprenant chacune un volume $\frac{1}{d^3}$.

2. Prenons N atomes, et réunissons-les en un réseau cubique du type précédent, de volume $V = Nd^3$; l'extension en moments (a, b, c) se divisera en cellules (3) de grandeur $\frac{1}{V}$, et dans chaque *zone* nous aurons N *cellules*, correspondant à N ondes stationnaires ψ du volume V.

Soit E_0 un niveau d'énergie de l'atome isolé; ce niveau se trouve reproduit N fois dans le réseau, et ce système N fois dégénéré se résout en N ondes d'énergies différentes (4); ces N ondes remplissent une des zones précédemment trouvées; chaque zone correspond à l'un des niveaux E_0 de l'atome isolé. Si l'atome possède (isolé) un électron de valence sur un niveau n, cet électron viendra, dans le réseau, se placer dans la $p^{\text{ième}}$ zone de longueur d'onde moyenne $\bar{\lambda}$

$$(4)\qquad p = \sum_{m=1}^{m=n-1} m^2 = \frac{(n-1)n(2n-1)}{6} \approx \frac{n^3}{3}, \qquad \bar{\lambda} = d\left(\frac{4\pi}{3p}\right)^{\frac{1}{3}} \approx \frac{2d}{n}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{\frac{1}{3}}$$

suivant la formule (8) de notre Note précédente.

3. Chaque zone peut, au moyen de transformations du type (2), être représentée dans la zone centrale

$$(5)\qquad -\frac{1}{2d} < a' < \frac{1}{2d}, \qquad -\frac{1}{2d} < b' < \frac{1}{2d}, \qquad -\frac{1}{2d} < c' < \frac{1}{2d}.$$

(1) L. Brillouin, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 198.

(2) La constante de Planck h étant prise pour unité de moment.

(3) Les cellules d'extension en phase sont h^3; celles d'extension en moment $\frac{h^3}{V}$. Mais nous mesurons les moments en unités h, ce qui nous donne $\frac{1}{V}$. Nous employons ici la méthode élémentaire, où l'on n'introduit pas le pivotement de l'électron dans la définition des ondes, ou des cellules correspondantes; on pourra alors placer 2 électrons sur chaque onde (ou cellule). Ceci explique l'absence du facteur usuel 2 dans la formule (4) dénombrant les divers niveaux de nombre quantique total m donné.

(4) F. Bloch, *loc. cit.*, p. 561.

Il faudra une transformation (2) particulière pour chaque *sous-section* de la zone; mais une fois ces transformations faites, on aura un puzzle remplissant exactement le cube (5); en reclassant ainsi les ondes, on leur fait correspondre des longueurs d'onde apparentes comprises entre ∞ et $2d$; on constate que l'énergie est toujours une fonction continue des nouveaux nombres a', b', c'.

Considérons la $p^{\text{ième}}$ zone, attribuée aux *électrons libres;* en la ramenant ainsi tout entière dans la première zone, nous obtenons pour les ondes un *numérotage apparent* $a'b'c'$, celui-même que nous trouverions en négligeant le volume des ions et en les considérant comme des charges $+e$ ponctuelles. L'*hypothèse des électrons libres* consiste en ceci, qu'on admet pour l'énergie des ondes une expression

$$E = P_0 + \frac{h^2}{2m^\star}(a'^2 + b'^2 + c'^2) \tag{6}$$

comme pour des électrons libres dans une enceinte à potentiel moyen P_0.

Il s'agit ici d'un problème analogue à celui du numérotage des orbites externes, où l'on distingue le nombre vrai de quanta n et le nombre apparent $n^\star$ qui figure dans la formule de Rydberg pour l'énergie. Dans la formule (6), la masse apparente $m^\star$ peut différer beaucoup de la masse vraie m_0 des électrons.

OPTIQUE. — *Les variations des intensités relatives dans le spectre de résonance du sélénium.* Note [1] de M. **Louis Natanson.**

Les intensités relatives des raies dont l'émission accompagne les transitions des atomes ou des molécules à partir d'un même état initial d'excitation dans divers états inférieurs, dépendent des probabilités de chacune de ces transitions. Il a été généralement admis que ces probabilités sont constantes pour un état initial donné. Des faits ont cependant été observés qui ne confirment point cette manière de voir [2].

Nous avons mesuré les intensités des raies dans une série de résonance des molécules Se^2 excitées par la raie 4047 Å du Hg. Nous photographions le spectre :

---

(1) Séance du 4 août 1930.

(2) C. J. Christensen et G. K. Rollefson, *Phys. Rev.*, 2e série, 34, 1929, p. 1157. — P. Swings, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 965; *Z. f. Phys.*, 61, 1930, p. 681.

A. A une pression de vapeur du Se de 4^{mm} de Hg;

B. A une pression de 35^{mm} de Hg;

C. A une pression de 35^{mm} de Hg, le faisceau excitateur étant déplacé de façon que la lumière de fluorescence traverse une couche de vapeur plus épaisse que dans B avant d'arriver à la fente du spectrographe.

La température a été de 600° C. dans tous les cas. Nous avons calculé les intensités en comparant, à l'aide d'un microphotomètre-enregistreur, les trois spectres, auxquels nous venons de faire allusion, aux spectres-étalons d'une lampe à incandescence. Le tableau ci-dessous contient les résultats obtenus. Convenons d'appeler *gauche* et *droite* les composantes d'un doublet placées respectivement du côté des ondes courtes et du côté des ondes longues du spectre. Par I_A, I_B et I_C nous désignons les intensités dans les trois cas énumérés, en admettant pour unité de l'intensité celle de la composante gauche du troisième terme positif.

	I_A.		I_B.		I_C.	
Terme.	*g.*	*d.*	*g.*	*d.*	*g.*	*d.*
1....	-	0,79	-	0,49	-	0,98
2....	1,00	0,93	1,24	1,03	1,87	1,10
3....	1,00	1,07	1,00	1,56	1,00	1,33
4....	0,34	0,39	0,97	1,20	0,70	1,03
8....	0,25	0,30	0,38	0,59	0,38	0,53
9....	0,17	0,18	0,41	0,50	0,48	0,60

Il nous a été impossible de calculer les intensités des autres termes à cause de la proximité soit des raies du Hg, soit des termes d'autres séries de résonance. Dans tous les doublets, l'intensité de la composante droite rapportée à celle de la composante gauche augmente avec la pression, bien que dans certains cas l'absorption de la vapeur tende à la diminuer. Le second terme présente la seule exception probablement à cause de l'absorption particulièrement forte de la composante droite dans ce doublet. En général le phénomène est beaucoup moins manifeste que celui tout à fait analogue, qui a été observé par M. Swings dans le spectre du soufre (²). En comparant les termes de vibration l'un à l'autre on trouve aussi des variations des intensités relatives parmi lesquelles certaines ne s'expliquent non plus par l'absorption. Ces résultats semblent bien indiquer que les probabilités des transitions aussi bien entre les niveaux de rotation qu'entre ceux de vibration sont sujettes à des variations et dépendent de la pression, elles dépendent par conséquent de ce qui se passe dans le voisinage d'une molécule donnée. Notons que dans le cas que nous avons étudié ici, la grande majorité des

molécules ne subit probablement pas de chocs entre l'acte de l'absorption et celui de l'émission puisque les bandes entourant les doublets de résonance sont extrêmement faibles. On sait en effet que le spectre de résonance dégénère en spectre de bandes lorsque les chocs deviennent suffisamment fréquents.

Les données des colonnes I_B et I_C du tableau ci-dessus nous permettent encore d'entrevoir de quelle manière les états de vibration sont distribués parmi les molécules de la vapeur. Nous pouvons admettre que la quantité $\frac{I_B - I_C}{I_B}$ varie dans le même sens que la concentration des molécules capables d'absorber une raie. Cette expression ayant été calculée pour toutes les raies, nous avons trouvé que le nombre des molécules portées dans un état de vibration augmente avec le nombre quantique de cet état jusqu'à une valeur maxima et diminue ensuite. La distribution des états de vibration parmi les molécules présente donc une certaine analogie avec celle des vitesses de l'agitation thermique.

CHIMIE MINÉRALE. — *La réaction des dérivés magnésiens sur les sulfochlorures.* Note ([1]) de M. **René Truchet**, présentée par M. C. Matignon.

En collaboration avec M. Bourguel ([2]), j'ai montré récemment que, dans l'action des arylsulfochlorures sur les dérivés sodés acétyléniques, le Cl et le Na s'échangent en donnant un dérivé acétylénique chloré et du sulfate de sodium. Le groupement MgBr des magnésiens acétyléniques jouant le même rôle que le sodium des dérivés sodés, la même réaction devait se produire en remplaçant ceux-ci par ceux-là :

$$ArSO^2Cl + C^6H^5 - C \equiv CMgX \rightarrow ArSO^2MgX + C^6H^5C \equiv CCl.$$

L'expérience ayant confirmé cette hypothèse, j'ai été amené à reprendre l'étude de la réaction des sulfo-chlorures sur les magnésiens en général. Wedekind et Schenk ([3]), Hepworth et Clapham ([4]) avaient déjà étudié la question, et n'avaient signalé que la formation de petites quantités de sul-

---

([1]) Séance du 16 juillet 1930.

([2]) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 753.

([3]) *D. Ch. Ges.*, 54, 1921, p. 1604.

([4]) *Chem. Soc.*, 119, 1921, p. 1188.

fures, de sulfoxydes et parfois de sulfones (rendement total inférieur à 10 pour 100 dans le cas des magnésiens de la série grasse).

Par analogie avec les résultats précédents, je pensais obtenir des dérivés chlorés et des acides sulfiniques, puis, par une réaction secondaire sur laquelle je reviendrai plus loin, un peu de sulfures et de sulfoxydes : la réaction principale étant

$$ArSO^2Cl + RMgX = ArSO^2MgX + RCl.$$

Mes recherches étaient déjà commencées quand j'ai eu connaissance d'un Mémoire tout récent de Gilmann et Fothergill [1], dans lequel ces auteurs étudient la question et où ils indiquent la réaction précédente.

Mes résultats confirment les leurs dans les parties communes et ils les complètent sur quelques points.

Avec les magnésiens acétyléniques, la réaction est lente, et ne donne lieu qu'à un faible dégagement de chaleur. On obtient les dérivés acétyléniques chlorés avec des rendements qui varient de 35 à 40 pour 100 :

$C^6H^5C \equiv CMgBr$ et $C^6H^5SO^2Cl$: 37 pour 100 (Gilmann et Fothergill indiquent 2 pour 100);

$C^6H^5C \equiv CMgBr$ et $CH^3C^6H^4SO^2Cl$: 40 pour 100;

$C^5H^{11}C \equiv CMgBr$ et $C^6H^5SO^2Cl$: 35 pour 100.

Il se forme simultanément des acides sulfiniques, mais en proportion nettement inférieure (25 pour 100 en moyenne).

Les acides sulfiniques ont été isolés au moyen du précipité qu'ils donnent avec une solution concentrée de chlorure ferrique, et caractérisés ensuite par leurs points de fusion et par le point de fusion du mélange avec de l'acide pur préparé directement.

Avec le bromure d'éthylemagnésium, la réaction est vive quand on verse le magnésien dans le sulfochlorure. Chaque goutte qui tombe produit le bruit d'un fer rouge plongé dans l'eau ; cependant l'éther ne s'échauffe que lentement.

Le chlorure d'éthyle qui se dégage est arrêté au moyen d'un mélange réfrigérant de glace et de sel; il est obtenu mélangé d'éther; il commence à bouillir à 15° et donne la flamme verte au fil de cuivre. Par passage sur de la chaux vive, portée au rouge et après décomposition par l'eau, on obtient un sel halogéné de calcium qui exige $91^{cm^3},6$ de $NO^3AgN/10$ pour préci-

(1) *Am. chem. Soc.*, 51, 1929, p. 3051.

piter complètement. Le précipité obtenu pèse $1^g,309$, calculé pour AgCl : $1^g,314$; calculé pour AgBr : $1^g,795$.

La recherche du brome sur ce précipité n'a donné aucun résultat; la recherche du chlore par le chlorure de chromyle et par la transformation en hypochlorite a été positive.

L'acide sulfinique correspondant au sulfochlorure employé a toujours été isolé en quantité importante (32 pour 100 avec le benzène sulfochlorure). Le chlorure d'éthyle n'a pu être dosé parce que mélangé d'éther.

En plus de ces produits de la réaction principale, j'ai retrouvé les résultats de Wedekind et Schenk et de Nepworth et Clapham : formation d'une petite quantité de sulfure $C^6H^5-S-C^2H^5$ et de sulfoxyde $C^6H^5-SO-C^2H^5$.

Avec l'iodure de méthyle magnésium, les résultats sont analogues : formation d'acide sulfinique, de chlorure de méthyle (retenu dans un mélange de neige carbonique et d'acétone) et d'un peu de sulfure $C^6H^5-S-C^2H^3$.

Je n'ai trouvé de sulfone ni dans l'un, ni dans l'autre cas. Il semble que les sulfones signalées par Gilmann avec C^6H^5MgBr et $CH^3C^6H^4MgBr$ ne se forment qu'avec les magnésiens aromatiques. Ce résultat est à rapprocher de celui obtenu par Gilmann et ses élèves dans l'action des paratoluène-sulfonates sur les magnésiens (1).

La présence d'une petite quantité de sulfoxyde n'a pas été expliquée d'une manière satisfaisante. On a parlé de réduction de sulfone par un excès de magnésien; mais l'expérience directe montre qu'il n'y a pas réaction. J'ai pensé qu'il pouvait y avoir réaction entre le sulfinate qui prend naissance et l'organomagnésien :

$$ArSO-OMgX + RMgX \rightarrow Ar-\overset{R}{\overset{|}{S}}\begin{matrix}\diagup OMgX \\ \diagdown OMgX\end{matrix} \rightarrow Ar-SO-R + MgO, MgX^2.$$

Pour vérifier cette hypothèse, j'ai fait réagir 22^g de C^2H^5MgBr (2^{mol}) sur 14^g de $C^6H^5SO^2H$ (1^{mol}). Après avoir chauffé pendant 3 heures et décomposé par l'eau suivant la méthode ordinaire, j'ai chassé l'éther et entraîné par la vapeur d'eau. Le produit de l'entraînement séché, m'a donné 5^g d'un mélange de sulfure $C^6H^5SC^2H^5$ (éb. 103° sous 14^{mm}) et de sulfoxyde $C^6H^5SOC^2H^5$ (éb. 148° sous 14^{mm}).

---

(1) *Am. chem. Soc.*, 45, 1923, p. 839, et 47, 1925, p. 2047.

La petite quantité de sulfure qui s'est formée provient de l'action du magnésien sur le sulfoxyde [1].

Enfin j'ai retrouvé dans les eaux de lavage alcalines 8^g d'acide sulfinique.

En résumé, pour expliquer l'action des magnésiens sur les sulfochlorures aromatiques, il n'est pas nécessaire de faire intervenir l'hexavalence du soufre. Il se produit d'abord une réaction analogue à une double décomposition, puis intervient une réaction secondaire d'un type bien connu : réaction d'un magnésien sur une double liaison $S=O$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de peroxydes dans l'oxydation directe des hydrocarbures par l'air.* Note [2] de MM. **P. Mondain-Monval** et **B. Quanquin**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons exposé dans une précédente Note [3] les résultats obtenus dans l'oxydation directe des hydrocarbures par l'air à une température voisine de 300°. Faisant passer dans un tube de verre chauffé à cette température un mélange d'air et de vapeurs d'hydrocarbures (pentane, hexane, octane, essences commerciales pour automobiles) nous constations corrélativement à une notable poussée de température accompagnée d'une luminescence bleuâtre, la formation d'aldéhydes et d'anhydride carbonique, l'apparition de fumées blanches épaisses et la condensation, à côté d'hydrocarbure non oxydé, d'une grosse goutte huileuse de couleur jaunâtre. Nous nous sommes attachés à l'étude de cette substance huileuse et ce sont les résultats obtenus que nous présentons aujourd'hui, résultats qui mettent indiscutablement en évidence la formation de peroxydes organiques de nature particulière.

Cette substance, légèrement acide, soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans les hydrocarbures, a été rectifiée sous vide au bain-marie. Elle possède comme le produit rectifié des propriétés oxydantes et des propriétés spéciales remarquables.

---

(1) Grignard, *Comptes rendus*, **150**, 1910, p. 1177. — Hepworth et Clapham, *Chem. Soc.*, **119**, 1921, p. 1188.

(2) Séance du 4 août 1930.

(3) Mondain-Monval et Quanquin, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 917, et *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, **96**, 1930, p. 265.

Propriétés oxydantes. — L'action de la substance huileuse sur l'iodure de potassium en cristaux ou en solution aqueuse concentrée, avec ou sans addition d'acide, est des plus vives. On voit immédiatement se développer une forte coloration brune due à la mise en liberté de l'iode. En même temps, la masse s'échauffe sensiblement et la réaction prend en quelques secondes une allure si violente que le liquide peut être projeté hors du tube à essai. En même temps, il se dégage un gaz combustible formé en majeure partie d'hydrogène.

Une goutte de la substance ajoutée à une solution acétique de bichromate de potassium en présence d'éther donne très nettement la coloration bleue de l'acide perchromique. La même substance oxyde instantanément une solution de chlorure titaneux, dont la couleur passe du violet à l'orangé. Ajoutée enfin, après neutralisation par la soude, à une solution aqueuse d'hydroquinone, une petite quantité de liquide huileux donne lieu à une coloration brune et à un dépôt de quinhydrone.

Ces réactions d'oxydation ont toujours lieu avec une telle netteté et parfois même une telle violence qu'on ne peut douter de la présence dans la substance huileuse d'un corps possédant une fonction peroxyde.

Propriétés particulières. — Si l'on ajoute de la soude ou de la potasse caustique normale à une petite quantité de produit huileux, une vive réaction s'amorce avec forte élévation de température. Le liquide est le siège d'une très vive effervescence et il se dégage un gaz combustible. Si l'on emploie une solution de soude concentrée, la réaction prend presque une allure explosive. Le gaz combustible a été recueilli et soumis à une combustion sur l'oxyde de cuivre au rouge. Il est constitué principalement par de l'hydrogène souillé de petites quantités d'hydrocarbures gazeux. On constate en outre la présence de formiate de sodium et d'alcool méthylique dans la solution.

Lorsque l'on chauffe doucement la substance huileuse, il se produit vers 200° un dégagement gazeux qui s'emballe aussitôt et peut même se terminer par une petite explosion. Cette décomposition est exothermique comme nous avons pu le constater directement en utilisant comme calorimètre un petit bloc de cuivre chauffé à 240°, dans lequel on projette la substance huileuse. Cette décomposition exothermique est en outre accompagnée de trois phénomènes qui éclairent de façon singulière les expériences que nous avons effectuées antérieurement à la pression atmosphérique et sous pression : 1° luminescence bleuâtre, sorte de flamme froide que nous avons pu observer, même en atmosphère d'azote; 2° production d'une quantité importante d'aldéhydes, en particulier de formol; 3° formation de fumées blanches.

La décomposition par la chaleur de la substance huileuse nous a amenés à abaisser la température de notre tube d'oxydation pour la préparation de cette substance. En nous maintenant à quelques degrés au-dessous de l'apparition des fumées, nous avons considérablement augmenté le rendement de la préparation, jusqu'à obtenir à partir de 70^g d'hexane 20 à 25^{cm^3} de la substance huileuse.

L'instabilité de la substance huileuse se manifeste déjà à la température ordinaire. Abandonnée à elle-même, elle se décompose lentement avec un très léger dégagement gazeux qui s'accélère au contact des matières poreuses. Sa richesse en aldéhydes augmente, en même temps que ses propriétés oxydantes deviennent de moins en moins intenses.

Ces propriétés assurément remarquables de la substance huileuse, laquelle agit tantôt comme oxydant tantôt comme réducteur, la désignent nettement comme appartenant à cette catégorie de peroxydes dont le monométhylhydroperoxyde $CH^3 — O — O — H$ est le terme le plus simple et vient d'être étudié à nouveau par Rieche et Hitz [1]; ce peroxyde étant préparé par ces auteurs d'une façon tout à fait différente, en faisant réagir l'eau oxygénée sur le diméthylsulfate en présence de potasse. Les propriétés particulières de ce peroxyde se confondent d'une façon remarquable avec celles de notre substance huileuse, entre autres l'action sur les alcalis avec dégagement d'hydrogène et formation de formiate et d'alcool et la décomposition exothermique par la chaleur avec formation de formol, phénomènes pour lesquels ces auteurs proposent différents mécanismes de réaction. Il est bien évident que dans le cas de notre substance huileuse, nous avons affaire à un mélange de plusieurs peroxydes analogues, mais les résultats obtenus nous révèlent au moins l'existence du monométhyl et du monoéthylhydroperoxyde.

La formation de ces alkylhydroperoxydes au cours de l'oxydation par l'air des vapeurs d'hydrocarbures (et ainsi que nous le montrerons ultérieurement de beaucoup d'autres matières organiques) puis leur décomposition exothermique à température plus élevée explique très aisément l'inflammation spontanée des mélanges détonants et les phénomènes d'explosion *sans flamme* que nous avons signalés précédemment, soit à la pression atmosphérique, soit sous pression au cours d'un chauffage progressif. Elles apportent également un appui expérimental sérieux aux théories du « choc » et des antidétonants dans les moteurs, en particulier à celle où M. Dumanois impute à la décomposition explosive de peroxydes hypothétiques la détonation de la phase gazeuse, à la manière du fulminate de mercure suivant sa propre comparaison.

---

(1) A. Rieche et F. Hitz, *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 62, 1929, p. 2460.

BOTANIQUE. — *Les premières phases du développement du gamétophyte chez* Lophocolea cuspidata *Limpr. et chez* Chiloscyphus polyanthus (L.) *Corda.* Note (¹) de M. G. CHALAUD, transmise par M. Molliard.

Les deux espèces étudiées ont été ensemencées sur milieu Marchal (ou sur Marchal modifié par Kilian), à la fois dans des fioles de Roux et dans des boîtes de Pétri. Les premières contenaient le milieu nutritif solidifié par addition de gélose; ensemencées le 1er mars 1929, elles n'ont pas été ouvertes depuis cette date, sauf pour être arrosées à l'aide d'eau distillée. Les boîtes de Pétri étaient garnies d'une épaisse couche de rondelles de papier filtre; j'en ai ensemencé un grand nombre (environ 10 boîtes pour chaque espèce) le 2 mars 1929, puis le 7 mars 1930; ce sont elles qui m'ont fourni le matériel d'études; stérilisées comme les fioles de Roux, elles peuvent conserver les cultures pendant 5 à 6 mois, jusqu'à un stade où la forme adulte est atteinte; en les sacrifiant l'une après l'autre, on peut facilement échelonner ses études. On obtient des préparations fixées en enlevant, en même temps que les jeunes protonémas, le fragment de papier filtre auquel ils adhèrent de bonne heure et en le portant successivement dans le fixateur, le bain de lavage, le bain de mordançage, le ou les colorants, etc., jusqu'au xylol. Il suffit à ce moment, sous la loupe binoculaire, de faire glisser les filaments protonémiques dans la goutte de baume pour obtenir des préparations définitives. Ce procédé est indispensable pour étudier notamment les noyaux du protonéma, sur lesquels il n'existe jusqu'à présent, à ma connaissance, aucun travail.

Les résultats que j'ai obtenus par cette méthode nouvelle sont consignés dans une étude qui paraîtra aux *Annales Bryologici* de la Haye (1931), ils peuvent être résumés de la façon suivante :

1° Quand le filament protonémique est simple, la croissance est terminale; elle a lieu suivant un mode décrit chez diverses Algues (*Sphacelaria*, *Stypocaulon*, ...).

2° Il existe un accroissement intercalaire et il n'est pas rare de voir une cellule du filament se diviser et même donner naissance à une branche fille, véritable ramification du protonéma.

3° Par suite d'un changement dans l'orientation du fuseau, la cellule de

---

(¹) Séance du 4 août 1930.

base du filament (restée enfermée dans l'exospore) peut donner naissance à un nouveau filament.

4° Contrairement à l'opinion actuellement classique, la même spore peut donner plusieurs tiges. Je n'ai pu observer ce fait que très incomplètement chez *Lophocolea*, mais il était courant dans une de mes cultures de *Chiloscyphus*.

5° La cellule terminale du filament protonémique se cloisonne parfois sur deux faces, avant de se transformer en une cellule initiale à trois faces, fonctionnant à l'intérieur du massif de tissus méristématiques d'où émerge la jeune tige. Mais il n'y a pas nécessairement passage à l'initiale à trois faces par l'intermédiaire d'une initiale à deux faces; le plus souvent l'initiale à trois faces se découpe dans un massif pluricellulaire d'abord indifférencié.

6° Dans les tiges très jeunes, il est facile d'observer directement le point végétatif, par suite de l'absence de bourgeon terminal; on peut ainsi rétablir l'ordre de succession des derniers segments et se rendre compte de la manière dont est construite la jeune tige.

7° Il n'y a pas de véritable dichotomie chez ces deux Hépatiques; les rameaux terminaux se forment aux dépens d'un demi-segment, ainsi que l'avait décrit Leitgeb.

8° En dehors des ramifications terminales, il existe, chez *Lophocolea*, des rameaux adventifs naissant des cellules superficielles de la tige ou des cellules de la feuille (rameaux épiphylles).

La deuxième partie renferme la première étude cytologique sur le protonéma; les noyaux ont été étudiés à l'aide du Bouin ou du Morel-Dalous; le vacuome à l'aide du rouge-neutre, les oléocorps à l'aide du Flemming; l'observation directe et le Regaud ont servi à étudier le plastidome et le chondriome.

1° La spore et les premières cellules qui en sont issues contiennent un cytoplasme dense, en quantité importante; celui-ci est réduit à une couche mince, disposée le long des parois dans les protonémas développés; puis le cytoplasme redevient dense et opaque dans les points végétatifs qui se forment à l'extrémité ou sur les côtés du filament protonémique.

2° Les noyaux présentent l'organisation typique des noyaux de la plante adulte dont ils diffèrent seulement par leurs dimensions réduites (dans les milieux expérimentés).

3° Les rhizoïdes apparaissent à des moments très différents, même dans des cultures sur milieu identique, soumis aux mêmes conditions de tempé-

rature, de lumière et d'humidité. Le noyau est le plus souvent engagé dans le rhizoïde; aux stades jeunes, les rhizoïdes renferment des plastes; ceux-ci disparaissent progressivement, après s'être étirés et aplatis en forme de lentilles biconvexes; en même temps, les rhizoïdes sont envahis par une énorme vacuole.

4° Il existe un vacuome dans toutes les cellules; quand il se forme une ramification ou quand une cellule se divise, les vacuoles sont réparties en parts à peu près égales entre les deux cellules-filles; filamenteuses dans la spore et les premières cellules qui en dérivent, les vacuoles sont volumineuses dans le protonéma développé et redeviennent filamenteuses dans les méristèmes des jeunes points végétatifs.

5° Le plastidome existe dans la spore au moment où elle est libérée de sa capsule; on retrouve les plastes dans les premières cellules du filament et à toutes les phases de son existence; dans les points végétatifs qui se constituent, l'initiale renferme également des plastes.

6° La cellule initiale des jeunes gamétophytes renferme de même de fines gouttelettes sphériques qui ne sont certainement pas sans rapport avec les oléocorps des tiges adultes (ergastome différencié de P. Gavaudan).

7° Il m'a été impossible d'observer les éléments du chondriome dans la spore mûre, malgré de bonnes préparations au Regaud et une surcoloration à l'hématoxyline; les cellules protonémiques renferment des mitochondries nombreuses et de petite taille; la cellule terminale contient à la fois des mitochondries et des chondriocontes.

La séance est levée à 15h15m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AOUT 1930.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Les observations de Méchain et de Saron. Les coordonnées de l'Observatoire de Colombes.* Note (1) de M. G. **Bigourdan**.

Méchain. — Les observations de Méchain, à la rue Vieille-du-Temple, s'étendent de 1778 à 1783. Ce sont des éclipses de soleil, de lune et de satellites de Jupiter, — des occultations par la lune, — des oppositions, comme celle de Saturne en avril-mai 1778, accompagnées de déterminations différentielles d'étoiles au méridien avec un quadrant. De 1778 à 1780 il y joint des mesures micrométriques de taches solaires, connues uniquement par un mémoire de Lalande (*Mém. Acad.*, 1776, p. 495 et 1780, p. 393-424) qui en rapporte quelques-unes. D'ailleurs dans la même période il observe quelquefois, nous l'avons dit, à l'hôtel de Noailles, rue Saint-Honoré.

En 1781 il se révèle un heureux concurrent de Messier par la découverte de 2 comètes (1781 I et 1781 II), et, comme lui, il est le premier à signaler et à déterminer un assez grand nombre de nébuleuses, toutes découvertes du 14 juin 1779 au 15 mars 1781 (voir le Catalogue de Messier, *C. des T.* de 1784; il y a 22 nébuleuses de Méchain). A partir du moment où il habite l'Observatoire, il observe régulièrement les comètes et en calcule divers systèmes d'éléments avec ses observations, que nous ne connaissons pas.

En somme, Méchain fut un homme réservé, sinon timide, dès le début de sa carrière comme dans la suite, et il ne donne que les détails strictement indispensables sur ses instruments et ses observations. Nous croyons que

---

(1) Séance du 11 août 1930.

l'observateur doit être plus ouvert, indiquer en détail ce qu'il a fait, parler largement de ses observations, de ses instruments et de leur installation, employer le premier des résultats s'il y a lieu et enfin ouvrir aux yeux de tous ses registres d'observations. En cela nous préférons de beaucoup l'exemple de son collègue Delambre. D'ailleurs Méchain passait à bon droit pour un observateur infatigable et un des plus habiles calculateurs.

Saron. — Lors de la vente des instruments de Saron, en 1795, Perny, directeur temporaire de l'Observatoire, les demanda; de son côté le Bureau des Longitudes sollicita l'achat de la grande lunette et du principal chronomètre auprès du Comité d'instruction; Lakanal écrit que l'autorisation est accordée, mais on lit au procès-verbal de la séance du Bureau du 17 fructidor (3 septembre) : « La belle lunette de Saron, célèbre parmi les astronomes, et son chronomètre d'Emery, ont été vendus 72 et 70 mille livres [assignats]; la lettre du Comité est arrivée trop tard. La Commission des Arts a fait acheter la Machine à diviser. » Cette machine, qui avait été remise en état par Lenoir en 1794, est aujourd'hui au Conservatoire des Arts et Métiers. La lunette fut revendue dans la suite, car le 25 octobre 1809 on dit qu'elle a été acquise par Moscati.

Observations. — Les observations de Saron ne sont pas nombreuses, mais lui-même en a publié seulement une partie; le reste se trouve dans des mémoires de ses confrères et surtout de Messier.

Les plus anciennes paraissent être 6 observations d'éclipses des satellites de Jupiter en 1761-1762; il les fit rue du Cloître Notre-Dame, avec le grand télescope de Le Monnier, de 6 pieds de long, qu'il voulait comparer à un de ses instruments; elles se trouvent dans la *C. des T.* de 1809, p. 345, 350 et 351. En 1770, Duséjour observa aussi une éclipse du 3e satellite de Jupiter dans la rue du Bac, mais Messier, qui la rapporte dans la *C. des T.* de l'an IX, p. 438, ne dit point que ce fut dans la maison de Saron.

En 1769, il observa le passage de Vénus à son château de Saron et c'est Le Monnier qui la publia (*Mém.*, 1770, p. 232). En 1774 il observe avec Borda et Duséjour, rue de l'Université; c'est Duséjour qui publie l'observation (*Mém.*, 1774, p. 19) : Saron employait un télescope de 1 pied de foyer mené par un mouvement d'horlogerie, probablement notre n° 11; Borda une lunette achromatique à 3 verres de 21 lignes d'ouverture et 16 pouces de foyer; Duséjour enfin une lunette achromatique de Dollond à 3 verres et de 10 lignes et demie d'ouverture.

Dans l'automne de 1778 Messier séjourne à Saron d'octobre 18 à décem-

bre 7 et y fait un petit nombre d'observations, le ciel ayant été défavorable, tandis que Saron lui-même observe, le 29 septembre, l'occultation de ν Scorpion; le 5 juillet précédent il avait observé l'occultation de la même étoile à la rue de l'Université : ces observations paraissent être ses dernières.

Coordonnées. — D'après Courtanvaux (*Mém. Acad.*, 1765, p. 476) son observatoire se trouve :

$$(6139^{m},5) = 3150^{T} = 3'.19'' = 20^{s}\tfrac{1}{3}\,\mathrm{O} \qquad \text{et} \qquad (9694^{m}.5) = 4974^{T} = 5'.13'',8\ \mathrm{N}.$$

La *Connaissance des Temps* de 1775 (qui se répète de même dans les années suivantes) donne : $\Delta\mathcal{L} = 0^{m}.20^{s},3\,\mathrm{O}$; $\varphi = +48^{\circ}.55'.28''$ ou $\Delta\varphi = +5'.14''$.

A cette position j'ai cherché sur place cet observatoire mais je n'en ai pas trouvé trace. Comme vérification je suis parti du clocher de Colombes, déterminé dans la triangulation des Ingénieurs-Géographes de 1824 (*Mém. du Dépôt de la G.*, 6, 1re partie, p. 567 et d'où le Service Géographique a bien voulu déduire ces coordonnées : 6148^m^ O et 9687 N). L'observatoire de Colombes était donc bien au voisinage du clocher actuel, où je l'ai cherché en vain : on peut le considérer comme absolument détruit.

Nous sommes au terme du voyage entrepris parmi les observatoires parisiens qui, au XVIIIe siècle, ont contribué à l'avancement de la science et à la gloire de Paris, alors que l'Observatoire royal perdait peu à peu de son auréole primitive.

La violente tempête qui survint ensuite, balaya tout ou presque, et après la disparition de l'observatoire de l'Hôtel de Cluny, on ne peut guère citer que le Belvédère Flécheux à Montmartre, dont nous dirons un mot, quoiqu'il n'ait pas produit de travaux bien utiles. Nous en tenant toujours à Paris, nous dirons aussi ce que nous savons de l'Observatoire établi à l'École des Ponts-et-Chaussées, à l'École Polytechnique, à Asnières par Prony, etc.

La renaissance a été bien lente, car on n'en voit pas de trace dans la première moitié du XIXe siècle. Vers 1850 paraissent un instant l'installation modeste, mais très fructueuse, de Goldschmidt et l'Institut Technomatique de Porro, dont nous parlerons aussi.

Maintenant, c'est surtout au loin que se trouvent les observatoires plus ou moins privés qui se sont établis à une époque récente; ils fonctionnent encore et ne nous concernent pas; nous donnerons cependant les coordonnées de diverses installations astronomiques parisiennes qui promettent beaucoup : la Sorbonne, la Société astronomique de France, etc.; espérons en elles.

La rafale de la fin du XVIIIe siècle, avons-nous dit, balaya presque tout; il faut dire aussi que les progrès de l'Astronomie et la puissance croissante des instruments, avaient chassé le temps où l'on pouvait se rendre véritablement utile dans un modeste observatoire formé d'une petite pièce stable ayant vue au midi. Divers des observatoires que nous avons passés en revue successivement devaient donc disparaître comme d'eux-mêmes; et il faut aujourd'hui consacrer à ceux qui les remplacent des moyens plus coûteux.

En astronomie, faut-il donc renoncer aux observations sans y affecter des sommes très considérables? Je ne le crois pas pour bien des raisons, parmi lesquelles on peut citer les suivantes :

1° Y. Villarceau a montré qu'avec un instrument méridien *portatif*, bien étudié et bien manié, on peut faire d'excellents travaux : heure, longitudes, latitudes, étoiles fondamentales, ... ;

2° En ce moment même de trop rares observatoires obtiennent les meilleures mesures différentielles, et particulièrement des parallaxes stellaires, avec des héliomètres de $0^m,20$ d'ouverture;

3° Avec une lunette de même force ou à peu près on peut observer beaucoup d'occultations d'étoiles par la Lune, donnant d'excellents lieux lunaires — observer les éclipses des satellites de Jupiter, trop négligées, etc.; et ces observations se recommandent d'autant mieux que partout on peut avoir l'heure la plus exacte en observant les signaux horaires de T. S. F.;

4° Un équatorial photographique, tel que ceux de la carte du ciel, rend encore les plus grands services;

5° D'ailleurs les nouveaux instruments réflecteurs à grand champ, et où le rapport de l'ouverture à la distance focale ne dépasse pas 3 à 4, n'exigent pas de coupoles coûteuses et peuvent avoir cependant grande ouverture.

Mais à ces instruments, comme d'ailleurs aux plus grands, il faut un œil attentif et expérimenté; on doit veiller aux centrages toujours délicats — aux influences de tous les changements de température — aux condensations — à bien des circonstances enfin. Toutefois le temps des observatoires moyennement coûteux n'est point passé; c'est à la richesse du jour d'y consacrer une très petite partie de sa fortune.

MÉDECINE. — *Les protéines du sérum sanguin dans quelques états anémiques.* Note de MM. **Ch. Achard** et **M. Hamburger**.

On a surtout étudié, dans les anémies, les modifications des éléments figurés du sang; mais les protéines du plasma subissent aussi des altérations quantitatives. On sait qu'après la saignée, la réparation des albumines se fait avec une certaine lenteur et que leur taux se rétablit moins vite que celui des autres principes constituants du plasma. Dans l'anémie pernicieuse, de Wesselow et Bamforth, *The blood and plasma volumes in pernicious anemia* (*Lancet*, 26 mai 1928, p. 1066), ont signalé une légère diminution des protéines du sang.

Dans plusieurs cas d'anémies de diverses origines, nous avons aussi constaté une diminution parfois importante des protéines du sérum.

Dans cinq cas, nous avons séparé, grâce à l'obligeance de M. Piettre, non seulement la sérine et la globuline, mais aussi la protéine particulière qu'il désigne sous le nom de myxoprotéine.

	Globules rouges par mm³.	Sérum sanguin pour 1000.			
		Protéines totales.	Sérine.	Globuline.	Myxoprotéine.
I. Alt... (anémie du type pernicieux, ulcère digestif probable)	1 320 000	53,90	37,30	10,90	5,70
	2 800 000	59,06	37,70	10,27	11,09
	4 680 000	75,23	50,10	15,13	10
II. Mor... (anémie pernicieuse, amélioration rapide)	860 000	58,10	38,81	15,70	3,60
	1 900 000	66,99	38,30	18,40	10,29
	2 980 000	67,43	43,90	11,85	11,68
	3 480 000	67,30	40,30	16,60	12,40
III. Fag... (cancer gastrique)	1 500 000	46,27	22,80	17,80	5,67
IV. Cloar... (anémie cancéreuse)	1 780 000	55,26	33,50	15,66	6,10
V. Deval. (anémie pernicieuse, autopsie : pas de lésions)	760 000	50,77	28,02	16,90	5,85

Dans ces cas le taux normal des protéines du sérum étant de 75 à 85 pour 1000, il y avait toujours une hypoprotéinémie très prononcée. Le taux de la sérine, qui normalement est compris entre 45 et 55, était notablement abaissé, jusqu'à 22 et 28. La myxoprotéine, normalement entre 7 et 10, était basse également.

Ce qui doit être aussi noté, c'est que, lorsque s'est faite la réparation

globulaire, le taux des protéines s'est aussi relevé. Les deux premiers cas sont à cet égard très démonstratifs. Le premier concerne une anémie du type pernicieux, mais liée probablement à un ulcère juxta-pylorique : graduellement les globules rouges montent et les protéines aussi, l'augmentation est surtout forte pour la sérine et la myxoprotéine. Dans le second cas, il s'agit d'une anémie pernicieuse qui récidivait après une première atteinte traitée avec succès par l'opothérapie hépatique. Appliqué de nouveau, ce même traitement a produit très vite une amélioration considérable : le nombre des globles rouges a monté très rapidement et le taux des protéines aussi, quoique peut-être avec un peu plus de lenteur. C'est également sur la sérine et surtout la myxoprotéine qu'a porté l'augmentation.

Nous avons encore observé l'hypoprotéinémie dans cinq autres cas d'anémie où la myxoprotéine n'a pas été recherchée [1] :

	Globules rouges par mm³.	Sérum pour 1000.		
		Prot. totales.	Sérine.	Globuline.
VI. Clé... (anémie pernicieuse)...	880000	60,10	37,66	22,40
VII. Mang... (anémie pernicieuse traitée par opother)........	3720000	78	46,76	31,74
VIII. Schr... (cancer gastrique).....	3440000	53,39	13,29	40,10
IX. Jaou... (cancer gastrique).....	3620000	65,06	31,70	33,36
X. Kac... (néphrose lipoïdique)..	3300000	63,81	18,66	45,17

Dans cette série, des deux cas d'anémie pernicieuse, l'un n'avait pas encore été traité par l'opothérapie hépatique et l'anémie globulaire était très forte, l'hypoprotéinémie très marquée; l'autre avait été traité, l'amélioration était importante, car les globules avaient remonté de 1400000 à 3720000; or le taux des protéines était alors de 78, c'est-à-dire normal. Les trois autres malades n'avaient qu'une anémie modérée; deux étaient des cancéreux, un autre avait une néphrose lipoïdique : ce sont des maladies dans lesquelles le taux des protéines est le plus souvent abaissé.

A l'opposé des faits qui précèdent nous citerons un cas de leucémie aiguë avec 234000 globules blancs par millimètre cube et anémie extrême, le nombre des globules rouges étant tombé à 620000; or le taux des protéines était normal à 81,93 pour 1000, avec 37,40 de sérine et 43,63 de globuline. Ce n'est donc pas dans toutes les anémies que les protéines s'abaissent.

---

(1) CH. ACHARD, A. GRIGAUT et A. CODOUNIS, *Les variations pathologiques de la pression osmotique des protéines et de la composition protéinique du sérum sanguin* (*Bull. de la Soc. de chimie biolog.*, avril 1930, **12**, IV, p. 417).

Dans un état inverse de l'anémie globulaire, chez un malade atteint de polyglobulie avec cyanose et présentant le syndrome des « cardiaques noirs » avec bronchite chronique, le nombre des globules rouges s'élevait à 7900000 et le taux des protéines était normal, à 77,79, avec une proportion inverse de sérine (35,50) et de globuline (42,25).

Enfin, dans un cas d'hémophilie familiale, maladie dans laquelle l'altération sanguine, en dehors des hémorragies, ne consiste guère qu'en un défaut de coagulabilité, le sang, très lentement coagulable, contenait 4100000 globules rouges et les protéines du sérum s'élevaient à un chiffre normal, 77,49 pour 1000, avec 44,80 de sérine, 22,69 de globuline et 12 de myxoprotéine. On a remarqué que, dans cette maladie, l'état du sang est relativement stable et qu'on y observe moins souvent les accidents de choc que dans une autre affection hémorragipare, l'hémogénie; on peut se demander si cette stabilité n'est pas en rapport avec un taux normal de protéines.

Le fait le plus intéressant qui se dégage de ces recherches nous paraît concerner l'anémie pernicieuse. C'est que, en dehors de toute hémorragie, la diminution des globules rouges s'accompagne d'une diminution des protéines du sérum, et que réciproquement, la régénération des globules sous l'influence de l'opothérapie hépatique s'accompagne d'une restauration des protéines. Chez le malade de l'observation II, le résultat thérapeutique fut particulièrement rapide; nous avons pu disposer d'un extrait hépatique injectable sous la peau et il nous a paru que l'introduction parentérale de cet extrait, soit sous la peau, soit avec quelques précautions dans les veines, est plus active que par la voie digestive.

CHIMIE MÉDICALE. — *Sur quelques constituants du sérum sanguin dans le myxœdème*. Note de MM. **Ch. Achard** et **I. Ornstein**.

Deutsch a trouvé dans le myxœdème une augmentation des albumines du sérum sanguin dont la viscosité était aux limites supérieures de la valeur normale. Lindsay et Kottmann ont signalé l'augmentation du fibrinogène ([1]). Chez les crétins, Starlinger a noté aussi cette augmentation, avec un taux normal de protéines ([2]).

La cholestérine a été trouvée normale ou un peu élevée par C. et M. Parhon

([1]) Cités par C. Parhon, *Traité d'endocrinologie*, **1**, 1923, *passim*.
([2]) F. Starlinger, *Arch. f. klin. Chir.*, **155**, 1929, p. 308-323.

et, chez des jeunes filles atteintes d'insuffisance thyro-ovariennes, Marañon et Carrasco ont signalé l'hypercholestérinémie.

Bodansay a vu l'azote non protéique s'élever chez les animaux éthyroïdés.

A ces données sur la composition du sérum dans le myxœdème, nous pouvons en ajouter quelques autres, d'après les recherches que nous avons pu faire sur 12 malades, grâce à l'obligeance de MM. les Drs Claude, Crouzon et Trenel. Chez la plupart de ces malades, le métabolisme basal avait été recherché et sa valeur était abaissée.

Les protéines ont été dosées par la méthode de Howe, les lipides par celle de Kumagawa, la cholestérine par celle de Grigaut, le sodium par celle de Kahane (1), le calcium par celle de Grigaut et Ornstein.

Nous avons trouvé les protéines à des taux à peu près normaux. Les lipides étaient un peu augmentés, mais la cholestérine ne s'élevait guère au-dessus de la normale. Le sodium était au taux normal. Mais le calcium (valeur normale 0,113 pour 1000) était nettement diminué.

	Métabol. basal.	Indice réfractom.	Protéines. totales.	Sérine.	Globuline.	Lipides totaux.	Choles-térine.	N non prot.	Na.	Ca
I. M. R., f. de 52 ans....	—23 %	58	76,41	43,35	33,06	8,10	1,70	0,21	3,37	0,0
II. G. X., h. de 24 ans, nanisme.............	—34	60,5	81,27	47,20	34,07	10,20	1,93	0,24	3,48	0,1
III. M. P., f. de 60 ans...	—19	61	82,99	47,45	35,54	7,80	1,50	0,20	3,45	0,1
IV. G. A., f. de 49 ans...	— 8	59	79,59	49,05	30,54	9,30	1,90	0,25	3,45	0,1
V. Z. J., f. de 68 ans, nanisme.............	–	55,5	72,90	32,75	40,15	7,30	1,42	0,20	3,33	0,0
VI. M. N., f. de 52 ans, nanisme.............	-	61,5	74,30	42,92	31,38	9,10	1,60	0,21	3,51	0,0
VII. D. Z., f. de 55 ans...	—15	60	75,07	43,38	31,69	—	1,40	0,25	—	0,0
VIII. B. R., f. de 63 ans..	—14	59	74,23	38,37	35,36	—	—	0,27	—	0,0
IX. M. B., f. de 22 ans, myx. congén., nanisme.	—17	67,5	80,59	47,09	33,50	7,90	1,73	0,29	—	0,1
X. P. F., h. de 42 ans, myx. congén., nanisme.	—11	64,5	81,61	42,85	38,76	11,46	1,89	0,24	—	0,1
XI. M. M., f. de 60 ans, myx. congén., nanisme.	—10	62,5	76	42,92	33,08	8,80	1,87	0,30	3,48	0,1
XII. D. S., f. de 38 ans..	—21	63	81,27	47,68	33,59	10,90	1,93	0,27	3,51	0,1
Valeurs moyennes.		61	76,35	43,75	34,23	8,10	1,71	0,24	3,45	0,1

(1) Ernest Kahane, *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 9, 1930, p. 425.

ÉLECTRICITÉ. — *Transmission radiotéléphonique sur ondes de 17^cm de longueur.* Note (¹) de MM. C. GUTTON et E. PIERRET.

Les oscillateurs à ondes très courtes que l'un de nous a déjà décrits (²) et avec lesquels M. Beauvais (³) a obtenu des transmissions radiotélégraphiques, se prêtent particulièrement bien à la transmission radiotéléphonique. La modulation de l'amplitude des oscillations est, en effet, très simplement obtenue. Il suffit d'intercaler sur le circuit de la plaque le secondaire d'un transformateur téléphonique dont le primaire est sur le circuit microphonique. Il n'y a lieu d'utiliser ni lampe modulatrice, ni lampe amplificatrice.

L'appareil comporte donc une seule lampe, modèle T. M. C. Métal, dont la tension de plaque est -36 volts, et la tension de grille $+280$ volts. Le courant dans le circuit de grille a une intensité 0,04 ampère. La batterie d'accumulateurs fournit à ce circuit une puissance égale à 11,2 watts.

La petite antenne fixée à la lampe et dont la longueur est de 4^{cm} est sur la ligne focale d'un miroir cylindro-parabolique de distance focale égale à $\frac{5}{4}$ d'onde, soit $21^{cm},2$. La hauteur du miroir est égale à la longueur d'onde 17^{cm} et l'ouverture a 60^{cm} de largeur.

Le récepteur est un récepteur à superréaction (⁴) à une seule lampe montée comme celle du transmetteur. La fréquence de coupure correspond à 20^{m} de longueur d'onde. La lampe réceptrice est, comme la lampe émettrice, sur la ligne focale d'un miroir. En collaboration avec M. le lieutenant Lamey, nous avons obtenu une réception radiotéléphonique nette et normale à $6^{km},800$ entre le champ d'aviation d'Essey-les-Nancy et le plateau de Vandœuvre. La réception des signaux télégraphiques, à cette distance est facile, mais non beaucoup plus intense que la réception téléphonique.

Des essais à 1800^{m} donnent une audition très forte et l'on peut supprimer le miroir à l'émission.

Lors de ces essais faits sur un champ d'aviation à peu près uni, les appareils n'étaient élevés au-dessus du sol humide que de $1^{m},20$; le voisinage de la terre n'affaiblissait pas les signaux comme il arrive pour les ondes de quelques mètres de longueur.

(¹) Séance du 11 août 1930.

(²) E. PIERRET, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1601.

(³) G. BEAUVAIS, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 1288.

(⁴) E. PIERRET, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 741.

La réception des ondes très courtes se fait sans aucun trouble parasite. Un avion dans le voisinage du récepteur ne produisait pas de gêne par les étincelles d'allumage de son moteur.

CORRESPONDANCE.

ÉLASTICITÉ. — *Remarques sur la ligne élastique d'une pièce chargée de bout.* Note (¹) de M. **Édouard Callandreau.**

1. La pièce est homogène et de section constante. Son extrémité mobile sous l'action de la force P agissant à l'origine et suivant la ligne moyenne initiale de la pièce prise pour axe des x, est supposée se déplacer suivant la direction de cette ligne. J'admets une libre articulation des extrémités; je ne retiens pas l'hypothèse *restrictive* de la théorie d'Euler d'un angle de flexion petit. L'équation de flexion $\frac{y''}{(1+y'^2)^{\frac{3}{2}}} = -\mu^2 y \left(\mu^2 = \frac{EI}{P}\right)$, où l'on suppose égal à l'unité, parce qu'il en est toujours très voisin, le facteur du premier membre qui tient compte de l'effort tranchant et du raccourcissement a été étudié par Halphen (²) qui a donné les figures d'équilibre de l'élastique plane. Je me place ici à un point de vue particulier, en substituant la notation de Legendre à celle de Weierstrass utilisée par Halphen. Une première intégrale donne

$$(1) \qquad \frac{1}{(1+y'^2)^{\frac{1}{2}}} = \frac{\mu^2}{2}(y^2 - y_0^2) + 1,$$

où la constante y_0 correspond au maximum de y. Soient donc $y = y_0 \cos\theta$ et φ l'angle sous-tendu dont la tangente vaut y'; il vient pour un point courant et pour un point d'ordonnée nulle, respectivement,

$$(2) \qquad \frac{\mu^2}{2} y_0^2 \sin^2\theta = 2\sin^2\frac{\varphi}{2}, \qquad \frac{\mu^2}{2} y_0^2 = 2\sin^2\frac{\varphi_0}{2},$$

l'indice désignant la valeur correspondante de φ. Remplaçant y par $y_0 \cos\theta$ dans (1), les variables x et θ s'y séparent, et l'intégration donne les relations

$$(3) \qquad \pm\mu(x - x_0) = -F(k, \theta) + 2E(k, \theta) + \mathbf{K} - 2\mathbf{E};\ y = y_0 \cos\theta$$

(¹) Séance du 28 juillet 1930.

(²) *Œuvres*, 4, p. 130.

qui définissent la ligne élastique. x_0 y désigne le *déplacement* de l'extrémité mobile, F, E, **K**, $\mathring{\mathbf{E}}$ respectivement les intégrales elliptiques et les intégrales complètes de première et de deuxième espèce; k la quantité $\sin\frac{\varphi_0}{2}$.

La substitution à x dans (3) de la longueur l de la pièce donne pour n demi-ondes

$$(4)\qquad -\mu(l-x_0) = 2n(\mathbf{K}-2\mathbf{E})$$

et la rectification de la ligne déformée conduit à $2n\int_0^{\frac{\pi}{2}} ds = l$, qui s'écrit

$$(5)\qquad \mu l = 2n\mathbf{K}$$

d'où l'on tire par comparaison avec (4) la relation entre x_0 et k,

$$(6)\qquad \frac{x_0}{l} = 2\,\frac{\mathbf{K}-\mathbf{E}}{\mathbf{K}}.$$

2. De la seconde expression (2), en utilisant la relation (5) on tire en valeur absolue

$$y_0 = \frac{kl}{n\mathrm{K}},$$

qui montre que, pour une valeur déterminée de k, la flèche y_0 varie en raison simplement inverse de n, de sorte que *la somme en valeur absolue des flèches des n demi-ondes serait égale à l'unique flèche qui se produirait si la ligne élastique de même k présentait une seule demi-onde; le rapport de la grandeur d'une flèche à la longueur simplement voilée de la pièce*, c'est-à-dire à la corde d'une demi-onde, *étant constant.*

Le cas de $n=1$ étant seul retenu, y_0 passe pour k variant de 0 à 1 par un maximum d'ailleurs unique, correspondant à la valeur de k racine de l'équation $\mathbf{K}-k\mathbf{K}'=0$, qui, comme il résulte de l'identité $\mathbf{K}-2\mathbf{E} = \int_0^k (\mathbf{K}-k\mathbf{K}')\,k\sin^2\theta\,dk$, n'est autre que la racine de l'équation $\mathbf{K}-2\mathbf{E}=0$, pour laquelle x_0 vaut l (6).

3. La théorie d'Euler admet comme figure de la ligne élastique, pour $n=1$, la sinusoïde $y=y_1\sin\mu x$, la valeur de la flèche y_1 résulte de la rectification de l'arc de sinusoïde entre les limites de x: 0, et $l'=l-x_0$ qui vaut ici $\frac{\pi}{\mu}$. Il vient en négligeant les termes supérieurs au deuxième ordre en $\mu_2 x_1^2$:

$$y_1^2 = \frac{4}{\mu^2}\left(\frac{\mu l}{\pi}-1\right).$$

Dans une semblable hypothèse quant à l'ordre de grandeur de $\mu^2 y_0^2 = k^2$, l'équation (5) donne pour $n = 1$:

$$y_0^2 = \frac{16}{\mu^2}\left(\frac{\mu l}{\pi} - 1\right).$$

Et l'on voit que la flèche *réelle* y_0 est en fait *double* de la flèche y_1 de la théorie d'Euler, ainsi que l'a pour la première fois établi M. Bertrand de Fontviolant ([1]). Même dans l'hypothèse de k^2 très petit, on ne peut identifier l'équation de la sinusoïde avec celles de la ligne élastique.

Le rapprochement d'autre part de (5) et (6), la première étant explicitée sous les deux formes

$$\frac{P}{n^2} = \frac{4EI}{l^2}\mathbf{K}^2; \qquad \left(\frac{l}{n}\right)^2 = \frac{4EI}{P}\mathbf{K}^2,$$

conduit aux propositions suivantes :

Deux forces de bout P *et* n^2P *susceptibles de provoquer respectivement un flambage simple et d'ordre n (c'est-à-dire avec n demi-ondes) dans deux tiges de longueur l, identiques, homogènes, et de section constante, y produisent même abaissement* x_0 *de leur extrémité mobile, et même angle* φ_0 *de flexion à l'origine; et la flèche relative à chaque des n demi-ondes vaut en valeur absolue la* $\left(\frac{1}{n}\right)^2$ *partie de la flèche de la tige voilée simplement.*

Une même force de bout P *produit même abaissement* x_0 *de l'extrémité mobile et même angle* φ_0 *de flexion à l'origine dans deux tiges semblables soumises, l'une au flambage simple, l'autre à un flambage d'ordre n, mais de longueurs respectives* $\left(\frac{l}{n}\right)$ *et l; les flèches y ont alors partout même valeur absolue.*

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Influence du corroyage sur les propriétés mécaniques de l'acier.* Note ([2]) de MM. **Albert Portevin** et **Étienne Pretet**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

L'influence du corroyage (c'est-à-dire de la déformation à chaud par forgeage ou laminage) sur les propriétés mécaniques et la macrostructure

---

([1]) *Résistance des matériaux* (chez Baillère, 1927), 2, p. 225.

([2]) Séance du 4 août 1930.

de l'acier a déjà fait l'objet d'importants travaux [1] desquels résultent les conclusions principales suivantes :

1° Le travail à chaud crée une hétérotropie mécanique accentuée : la striction Σ, l'allongement de rupture A pour 100 et la résilience ρ sont fonction de l'orientation de l'éprouvette par rapport au dessin macrostructural, l'écart étant maximum entre les éprouvettes en long et en travers, prélevées parallèlement ou perpendiculairement à l'étirage de forge.

2° Cet effet dépend de la macrostructure initiale du lingot et de la nature du métal; il est plus sensible pour la structure confuse à petites dendrites désorientées que pour la structure à grandes dendrites orientées, ou structure basaltique, que l'on rencontre à la périphérie du lingot; il est beaucoup plus accentué pour les métaux impurs, souffleux, de qualité médiocre et présentant de la ségrégation majeure.

3° Lorsque le corroyage $\left(\text{réduction de section } \frac{S}{s} \text{ par étirage à chaud}\right)$ croît, les propriétés mécaniques Σ, A et ρ vont en diminuant pour les éprouvettes prises en travers, et en augmentant pour celles prélevées en long.

Il résulterait de cette dernière conclusion que, du point de vue des propriétés en travers, toute augmentation du corroyage et, par suite, tout accroissement du format du lingot initial, fût néfaste.

Ces études avaient été effectuées sur des aciers ordinaires (ou contenant très peu d'éléments spéciaux) élaborés par le procédé Martin, acide ou basique. Plutôt que de généraliser ces résultats, il nous a paru préférable de recommencer les déterminations sur aciers préparés au four électrique basique de la catégorie des aciers nickel-chrome industriels (0,3-0,4 pour 100 C; 2,5-4,25 pour 100 Ni; 0,8-1,5 pour 100 Cr); nous avons donc examiné l'influence, sur les résiliences en long ρ_L et en travers ρ_T, de corroyages par étirage allant de 1 à 50 en partant de lingots de section carrée de 11, 20 et 40^{cm} de côté, en n'opérant que sur du métal exempt de ségrégation majeure et en multipliant les déterminations numériques de manière à éliminer, par la considération de moyennes, les influences accidentelles ou locales. Toutes les éprouvettes étaient repérées par rapport à l'image macrostructurale du métal et toutes les comparaisons étaient faites, bien entendu, à égalité d'histoire thermique.

---

(1) G. Charpy, *Comptes rendus*, 157, 1918, p. 12 et *Rev. Mét.* 15, 1918, p. 427. — A. Portevin et V. Bernard, *Rev. Mét.*, 15, 1918, p. 278. — Descolas, *Rev. Mét.*, 17, 1920, p. 16. — Descolas et Prétet, *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 1048 et *Rev. Mét.*, 20, 1923, p. 597.

Les résultats complets de cette étude seront publiés ultérieurement; ils ont permis de retrouver les principales conclusions énoncées ci-dessus avec cette différence que, *dans les conditions expérimentales adoptées, le corroyage améliore la résilience, tant en long qu'en travers, jusqu'à une certaine valeur*

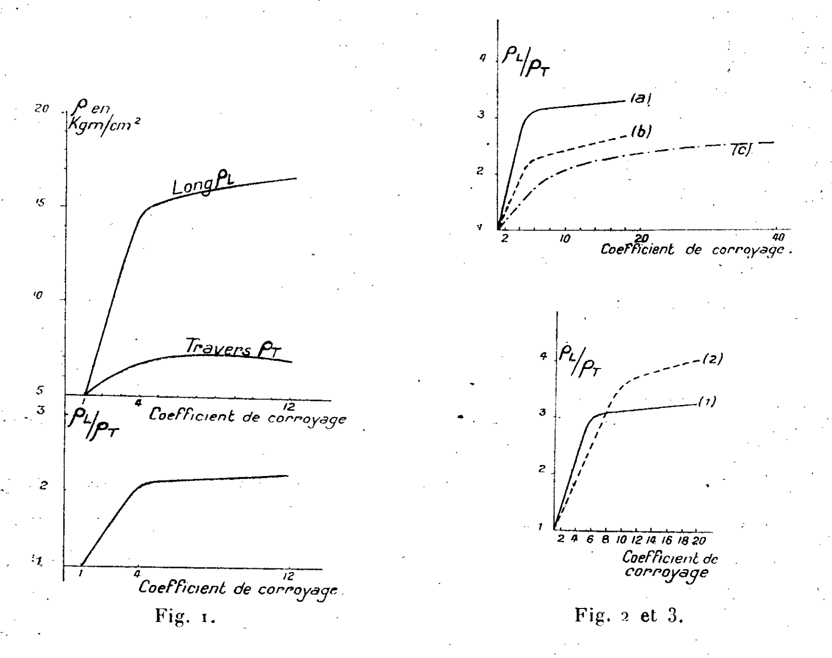


Fig. 1.

Fig. 2 et 3.

au delà de laquelle la résilience en long continue seule à croître; c'est ce que représente la figure 1 donnant, en fonction du corroyage, les valeurs moyennes de ρ_L, de ρ_T et du rapport $\frac{\rho_L}{\rho_T}$; il y a donc *une valeur optimum du corroyage correspondant à une amélioration dans toutes les directions.*

Par ailleurs, on retrouve l'influence importante de la macrostructure initiale du lingot; c'est ainsi que la figure 2 représente les courbes moyennes du rapport $\frac{\rho_L}{\rho_T}$ en fonction du corroyage pour trois lingots de la même coulée différant par l'importance relative de la zone périphérique basaltique; la pente, à l'origine, varie en sens inverse de cette dernière, c'est-à-dire croît avec l'importance de la zone centrale à dendrites équiaxes désorientées; les courbes tendent vers une valeur de $\frac{\rho_L}{\rho_T}$ d'autant plus élevée que le parallélisme des fibres est mieux réalisé dans l'ensemble.

Mais la figure 3 donne ces courbes pour deux lingots de même section à macrostructures différentes provenant de deux coulées différentes. Si

la pente, à l'origine, est, comme précédemment, plus grande (courbe 1) dans le lingot où la structure désorientée prédomine, par contre la courbe 2 passe au-dessus de la courbe 1 pour les corroyages élevés, ce qui montre une hétérogénéité chimique, une ségrégation dendritique plus accentuée.

Pour des aciers de même type chimique (défini par l'analyse courante) et ayant subi les mêmes traitements thermiques, on arrive ainsi à caractériser, à égalité de corroyage, par la résilience en travers, la *qualité mécanique* du métal laquelle dépendrait de la macrostructure initiale du lingot et de l'intensité de la ségrégation dendritique.

Ces deux caractéristiques sont fonction d'un grand nombre de facteurs agissant, les uns avant la coulée du métal (facteurs d'élaboration), les autres ensuite (facteurs de coulée).

ASTRONOMIE. — *Une méthode nouvelle de la détermination de l'orbite d'un astre transneptunien.* Note (¹) de M. **Thadée Banachiewicz.**

Appliquées au problème de Pluton, les méthodes classiques de la détermination des orbites d'après trois observations se sont montrées très peu efficaces. Au commencement, soit aux mois de mars et d'avril de l'année 1930, la détermination univoque des éléments était impossible par ces méthodes, parce qu'elles demandent une connaissance complète de la translation de l'astre dans l'espace, tandis que la translation radiale ne pouvait être déterminée à cette époque. Il est vrai que pendant cette période aucune méthode ne pouvait donner une solution complète du problème, vu l'infinité des orbites possibles; néanmoins une méthode satisfaisante devait cependant, à notre avis, dégager clairement les 5 paramètres bien définis, communs à la famille des orbites satisfaisant aux données.

Cette première période passée, on se heurta à une circonstance inattendue, rencontrée peut-être la première fois dans le problème d'une orbite planétaire : quoique l'ensemble des observations ait déjà défini, du moins approximativement, l'orbite de l'astre, les solutions qu'on obtenait à l'aide de 6 données étaient illusoires par rapport à l'excentricité et les éléments qui en dérivaient, par suite des erreurs inévitables d'observation. C'est ainsi que la méthode de Gauss et les méthodes similaires échouèrent dans le cas du petit arc de Pluton, observé au cours du premier semestre de 1930.

(¹) Séance du 11 août 1930.

Dans cet état de choses il nous paraît opportun de proposer une nouvelle méthode de détermination des orbites. Nous avons en vue spécialement les conditions, qui se présentent pour les astres transneptuniens et qui permettent de simplifier grandement le problème.

Soient T_i la position de la Terre, P_i la position de l'astre dans l'espace; α_i, δ_i les coordonnées sphériques géocentriques de l'astre; a_i, b_i, c_i les cosinus directeurs correspondants; X_i, Y_i, Z_i et x_i, y_i, z_i les coordonnées du Soleil et de l'astre; ρ_i la distance de l'astre à la Terre. Tout pour la même date $t_i (i = 0, 1, 2, 3, \ldots)$. Nous ne parlons pas de l'aberration, dont on tiendra compte comme d'ordinaire.

Soit, en outre, $P'_0(\alpha_0, \delta_0)$ un point auxiliaire, situé à la distance ρ_0 de la Terre dans la direction observée de l'astre au moment t_0. N'étaient-ce les erreurs d'observation, P'_0 coïnciderait avec P_0. Envisageons maintenant le pentagone fermé $T_0 T_i P_i P_0 P'_0 T_0$ et les trois directions S, T, D correspondant aux points (α_0, δ_0), $(\alpha_0 + 90°, 0°)$, $(\alpha_0, \delta_0 + 90°)$ de la sphère. Relativement aux axes x, y, z, ces directions donneront les cosinus du tableau [1]:

$$\begin{array}{c|ccc} & S & T & D \\ \hline x & & & \\ y & & & \\ z & & & \end{array} = \mathbf{q}(-\delta_0).\mathbf{r}(-\alpha_0) = \left\{\begin{array}{ccc} a_0 & -\sin\alpha_0 & -\sin\delta_0\cos\alpha_0 \\ b_0 & \cos\alpha_0 & -\sin\delta_0\sin\alpha_0 \\ c_0 & 0 & \cos\delta_0 \end{array}\right\} = \mathrm{A}_0.$$

Supposons avec M. Esclangon, pour la première approximation, que le mouvement de l'astre est rectiligne et uniforme.

Soit

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{cccc} X_i - X_0 & a_i & x_i - x_0 & (P'_0P_0)_x \\ Y_i - Y_0 & b_i & y_i - y_0 & (P'_0P_0)_y \\ Z_i - Z_0 & c_i & z_i - z_0 & (P'_0P_0)_z \end{array}\right\}.\mathbf{A}_0 = \left\{\begin{array}{cccc} A_i & \alpha_i & \rho_0 u(t_i - t_0) & 0 \\ B_i & \beta_i & \rho_0 m(t_i - t_0) & \rho_0\xi \\ C_i & \gamma_i & \rho_0 n(t_i - t_0) & \rho_0\eta \end{array}\right\}.$$

où l'on a désigné par $(P'_0P_0)_x$ la projection de P'_0P_0 sur l'axe des x, etc. Les deux premières colonnes du produit (1) fournissent numériquement les quantités A_i, B_i, C_i (projections de T_iT_0 sur S, T, D) et α_i, β_i, γ_i (projections de $T_iP_i : \rho_i$ sur les mêmes directions); les deux dernières colonnes définissent les inconnues u, m, n et ξ, η (vitesses suivant S, T, D et les coordonnées de P_0, rapportées aux mêmes axes, divisées toutes par ρ_0).

En projetant maintenant notre pentagone sur les axes S, T, D, après

---

[1] Nous employons les cracoviens (voir *Circ. Obs. Crac.*, n° 17, ou *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1116).

avoir diminué tous ses côtés en raison $1 : \rho_0 = d$, on obtient, d'après le théorème de projections, les trois équations suivantes :

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} A_i d + u(t_i - t_0) + 1 &= \frac{\rho_i}{\rho_0} \alpha_i, \\ B_i d + m(t_i - t_0) + \xi &= \frac{\rho_i}{\rho_0} \beta_i, \\ C_i d + n(t_i - t_0) + \eta &= \frac{\rho_i}{\rho_0} \gamma_i. \end{aligned} \right.$$

Suivant la première $\frac{\rho_i}{\rho_0}$ est une fonction linéaire, à coefficients numériquement connus, de d et u ; en le substituant dans les deux équations suivantes, on obtient, d'après chaque observation, deux équations du premier degré entre les 6 inconnues u, m, n, ξ, η, d.

Après la détermination de ces inconnues fournissant, en somme, les coordonnées et la vitesse vectorielle de l'astre à la date t_0, le reste du problème se résout par une voie bien connue.

Il serait facile de tenir compte, dans la seconde approximation, de termes d'ordre supérieur (¹) dans les expressions de $x_i - x_0$, $y_i - y_0$, $z_i - z_0$, seuls négligés dans la solution ci-dessus, mais ces termes sont négligeables pour les astres transneptuniens pendant une période assez longue. Leur effet perspectivique ayant pour limite supérieure $k^2(t_i - t_0)^2 : 2r^2(r-1)^2$, pour Pluton, par exemple, dans sa distance actuelle ($r = 41$) du Soleil, il est inférieur à $0'',000011\ (t_i - t_0)^2$ et, par conséquent, inférieur à $0'',05$ dans la période 1930 janvier 23 - mai 27.

La méthode exposée permet de tirer parti des toutes observations, en nombre illimité, déjà dans la première approximation, et d'y appliquer l'algorithme des moindres carrés, les équations étant linéaires. C'est cette méthode qui nous a permis (²) de déceler la nature de l'orbite de Pluton d'après les observations du premier semestre de 1930, tandis que toute méthode qui repose sur trois observations a conduit nécessairement à un résultat accidentel.

(¹) LAGRANGE, *Œuvres*, 4, 1869, p. 500.

(²) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 246; pour la première application publiée voir *Acta Astronomica*, sér. c, **1**, 1930, p. 103.

THERMODYNAMIQUE. — *Pression de vapeur saturante du lithium.* Note [1] de M. **A. Bogros**, transmise par M. Cotton.

Il est possible de déterminer de faibles tensions de vapeur, en utilisant les jets atomiques, par une méthode qui est un cas particulier de la méthode d'effusion de Knudsen [1] et dont le principe est le suivant :

Supposons une enceinte E, à la température absolue T, occupée par une vapeur à la pression p; cette enceinte communique par une ouverture O de surface s, qui sera par la suite supposée circulaire et de diamètre d, avec un espace E′ où règne une pression négligeable ; à une distance l de O et parallèlement à son plan est disposé dans E′ un diaphragme percé d'une ouverture circulaire O′ de même axe que O et de diamètre D. Si le libre parcours moyen des molécules dans l'enceinte E est grand devant d, et si après leur passage à travers O les molécules ont dans l'espace E′ des trajectoires rectilignes; si, d'autre part, on suppose dans E les vitesses des molécules réparties suivant la loi de Maxwell, le nombre ν des molécules provenant de O qui traversent O′ pendant le temps t est donné par la formule

$$\nu = p\,t\,s\,\frac{1-\cos 2\varphi}{2}\,\frac{1}{\sqrt{2\pi k T}}\,\frac{1}{\sqrt{m}}, \tag{1}$$

où p représente la mesure en baryes de la pression à l'intérieur de E, s la surface de l'ouverture O, φ le demi-angle au sommet du cône ayant son sommet au centre de O et s'appuyant sur le contour de O′, k la constante de Boltzmann, m la masse d'une molécule. On peut vérifier que, dans le cas où $\varphi = \frac{\pi}{2}$, cette formule est équivalente à celle de Knudsen [2].

Dans l'application de cette méthode au lithium, il faut prendre en considération le fait que sa vapeur est un mélange de deux espèces de molécules monoatomiques de masses m_1 et m_2. La quantité $\sqrt{m}$ doit alors être remplacée dans la formule (1) par l'expression $\dfrac{\alpha+1}{\dfrac{\alpha}{\sqrt{m_1}}+\dfrac{1}{\sqrt{m_2}}}$, où α représente le rapport $\frac{n_1}{n_2}$ des nombres de molécules de deux espèces présentes dans l'unité de volume de E. Ce nombre α n'est d'ailleurs pas constant, l'effusion de

---

(1) Séance du 11 août 1930.

(2) Knudsen, *Ann. der Phys.*, 28, 1909, p. 999.

l'isotope léger se faisant relativement plus vite que celle de l'isotope lourd. Mais le calcul montre que dans les conditions de l'expérience, la précision des mesures est jusqu'à présent tout à fait insuffisante pour mettre en évidence les variations de α et qu'il suffit de remplacer $\frac{1}{\sqrt{m}}$ par $\frac{1}{\sqrt{\frac{M}{N}}}$, M étant la masse atomique chimique du lithium, et N le nombre d'Avogadro.

L'appareil utilisé est celui déjà décrit ([1]). L'ouverture O, d'axe vertical, est percée dans le bouchon supérieur d'un creuset en fer renfermant du lithium fondu et dont la température est mesurée au moyen d'un couple thermo-électrique; l'ouverture O′ remplace celles utilisées auparavant pour la production des jets dans les expériences d'optique. D'autre part, un volet mobile commandé par un dispositif électromagnétique, peut s'interposer entre O et O′, ce qui permet de ne laisser passer le jet qu'à partir du moment où la température est stationnaire et de régler à volonté la durée du passage. Enfin au-dessus de O′ et parallèlement à son plan est placée une plaque P de molybdène maintenue à très basse température par le contact du fond d'un récipient renfermant de l'air liquide. Les atomes de lithium ayant traversé O′ rencontrent P et y restent fixés. Après l'expérience on laisse rentrer l'air dans l'appareil, la plaque en est extraite, puis est plongée dans une petite quantité d'eau distillée. Le lithium est ainsi transformé en lithine que l'on dose au moyen d'une liqueur titrée d'acide sulfurique en employant l'hélianthine comme indicateur. Si l'on désigne par θ le titre de la solution sulfurique (en prenant comme unité le titre de la solution normale), et par v la mesure en centimètres cubes du volume nécessaire pour neutraliser la liqueur alcaline, la pression de la vapeur à l'intérieur du creuset est donnée par la formule

$$p = 77,5\,\theta v \frac{1}{t} \frac{1}{d^2} \frac{D^2+4l^2}{D^2} \sqrt{T}, \tag{2}$$

déduite de la formule (1).

J'ai pu ainsi effectuer six déterminations de p entre les températures de 510° et 573°. Dans ces déterminations, t a varié de 1 heure et demie à 5 heures, d de 1 à 3^{mm}, v de $2^{cm^3},2$ à $4^{cm^3},6$ $\left(\text{avec } \theta = \frac{1}{50}\right)$; D était voisin de 1^{cm} et l de $3^{cm},2$. Le tableau suivant indique les résultats de ces mesures :

([1]) A. Bogros, *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 124; **190**, 1930, p. 1185.

Température	510°.	527°.	529°.	537°.	563°.	572°.
Pression en baryes	4,2	6,3	7,1	10,5	15	18

La limite supérieure de l'erreur relative dans ces déterminations peut-être fixée à 15 pour 100.

POLARISATION ROTATOIRE. — *Sur l'influence exercée par les rayons X, d'après F. Allison, sur la polarisation rotatoire magnétique et sur les propriétés des liquides inactifs.* Note ([1]) de M. **Ny Tsi Zé**, transmise par M. A. Cotton.

D'après une Note de F. Allison ([2]), les rayons X modifieraient légèrement le pouvoir rotatoire magnétique; d'autre part un liquide exposé aux rayons X seuls acquerrait, d'après le même auteur, une faible rotation optique. F. Allison n'indique pas en détail les conditions de ses expériences et ne donne aucune valeur numérique précise.

Les installations existantes à Bellevue nous ont permis de reprendre commodément ces expériences dans les conditions suivantes :

Le tube à rayons X était du type Coolidge à radiateur fonctionnant sous 70 kilovolts avec une intensité de 6 milliampères.

Les liquides étaient exposés à l'action des rayons X dans une cuve à faces parallèles de longueur de 6^{cm}. Cette cuve était ouverte à la partie supérieure de façon à éviter toute absorption des rayons X provenant du tube placé au-dessus.

La lumière monochromatique utilisée était la radiation verte d'un arc au mercure (arc Cotton). Les pointés polarimétriques ont été faits à une minute près avec un analyseur à pénombres.

Dans l'étude de l'influence des rayons X sur le pouvoir rotatoire magnétique nous avons employé la maquette du grand électro-aimant de l'Académie des Sciences; elle nous donnait un champ moyen d'environ 21000 gauss. Dans ce cas, le tube à rayons X a dû être disposé à 60^{cm} environ au-dessus de la cuve.

Dans les expériences qui ne nécessitaient pas de champ magnétique, la distance du tube à la cuve a été réduite à quelques centimètres.

([1]) Séance du 11 août 1930.

([2]) *Nature*, **120**, 1927, p. 729; *Phys. Rev.*, **31**, 1928, p. 158 et 306.

Les expériences ont été faites dans le champ et en dehors du champ avec l'eau, le sulfure de carbone et le nitrobenzène. Dans aucun cas nous n'avons observé un effet sensible des rayons X et nous pouvons affirmer que *si l'effet signalé par F. Allison existe, il ne dépasse pas* 3 *minutes dans les conditions précisées ci-dessus*.

Remarque sur la Communication précédente (1) *de* M. Ny Tsi Zé, par M. A. Cotton.

M. Ny Tsi Zé a tenu à répéter les deux sortes d'expériences indiquées par M. F. Allison; il a obtenu, pour chacune d'elles, un résultat négatif. Si l'on fait intervenir les conditions de symétrie il apparaît entre les deux cas une différence fort nette : Les règles de Pierre Curie sur la symétrie dans les phénomènes physiques n'empêchent pas de supposer que la présence des rayons X pourrait modifier la grandeur d'une rotation magnétique; mais les mêmes règles ne permettent pas d'admettre qu'un faisceau de ces rayons (que l'on peut supposer produits par un appareil pourvu tout entier d'un plan de symétrie) pourrait communiquer à un corps inactif un pouvoir rotatoire de sens déterminé, grand ou petit.

RADIOACTIVITÉ. — *La teneur en radium des eaux pétrolifères de Bakou et du Daghestan*. Note (2) de MM. **B. Nikitin** et **L. Komleff**.

Les eaux les plus riches en radium sont celles des gisements pétrolifères; elles contiennent jusqu'à $1,83.10^{-9}$ pour 100 de Ra, même peut-être jusqu'à $1,4.10^{-8}$ pour 100 de Ra (3).

Dans toutes les autres eaux, sources thermales inclues, on n'a pas constaté jusqu'à présent des quantités de radium supérieures à $2,5.10^{-11}$ Ra pour 100.

Récemment l'Institut d'État du Radium à Leningrad nous a envoyé en mission dans deux bassins pétrolifères, à Bakou et au Daghestan (Caucase),

(1) Séance du 11 août 1930.

(2) Séance du 11 août 1930.

(3) W. Chlopin et C. Nikitin, *C. R. Acad. Sc. de l'Union*, 1930, A, p. 393. — W. Vernadsky, *C. R. Acad. Sc. de l'Union*, 1930, A, p. 399; *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1172.

dont les eaux n'avaient pas été étudiées au point de vue de la radioactivité.

Nous avons examiné 72 échantillons d'eaux pétrolifères de Bakou, en nous servant de la méthode de l'émanation. Les mesures ont été faites avec l'électromètre de Schmidt. Les plus riches en radium sont les eaux du groupe Bibi-Eïbat à Bakou qui contiennent en moyenne 3×10^{-11} Ra pour 100 (en poids). Dans un des puits (129/XII) nous avons trouvé une quantité considérable — $1,6 \times 10^{-10}$ de Ra pour 100. Il est curieux que les eaux de puits voisins, sortant de la même couche et ayant à peu près la même composition chimique, contiennent des quantités de radium différentes.

Les eaux les plus riches en radium de ce groupe sont celles de la couche V à la profondeur de 600^m.

Au Daghestan nous avons étudié 22 échantillons de tous les puits du groupe de la station Berikeï. Ces eaux contiennent en général $1,2 \times 10^{-10}$ de radium pour 100. Elles renferment également à peu près 0,03 pour 100 de baryum; il n'existe aucune proportionnalité entre la teneur en baryum et en radium. La quantité de Ra dans l'eau prise au même puits semble diminuer avec le temps.

Plusieurs puits sont très riches en eau, leur débit est de 640000 litres par jour. La quantité de radium qu'elle apporte à la surface de la Terre atteint donc $0^g,2$ Ra par an.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une relation entre la constante de désintégration des radioéléments émettant des rayons α et leur capacité de filiation.* Note (¹) de Mme **Pierre Curie** et M. **Georges Fournier**.

L'un de nous a montré (²) que, pour la plupart des radioéléments qui se transforment avec émission de rayons α, la vitesse d'émission v des particules est une fonction linéaire de la *capacité de filiation* $U = \frac{3}{4}A - N$ de l'atome émetteur (A, poids atomique, N, numéro atomique) (³). La relation entre v et U s'exprime approximativement par la formule

$$(I) \qquad v = 0,0818.(100 - U).$$

(¹) Séance du 11 août 1930.

(²) Georges Fournier, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1408.

(³) Pour la définition de U, voir Georges Fournier, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1553, et *Journal de Physique*, 7e série, 1, juin 1930, p. 194.

Les radioéléments qui font exception sont le polonium, l'uranium et les corps C.

D'autre part, la loi de Geiger Nuttall, mise en évidence antérieurement, établit une relation entre la constante de désintégration λ d'un radioélément émettant des rayons α et le parcours p de ces rayons dans l'air, $\log\lambda$ étant une fonction linéaire croissante de $\log p$.

Signalons enfin une relation linéaire donnée par H. Wolff [1] entre $\log p$ et $\log(\mathrm{U}+\mathrm{K})$, où K est une constante.

Puisque le parcours p des rayons α dans l'air est entièrement défini par leur vitesse d'émission v, la comparaison de la loi de Geiger Nuttall avec les relations indiquées par Georges Fournier et H. Wolff suggère l'existence d'une relation entre la constante λ, qui mesure la probabilité de la transformation radioactive, et la capacité de filiation U. *Ainsi la probabilité de désintégration serait reliée, par l'intermédiaire de* U, *au poids atomique et au numéro atomique du radioélément.*

On peut prévoir la forme de cette relation en associant la formule (I) ci-dessus avec la forme que R. Swinne [2] a donné à la loi de Geiger Nuttall :

$$\text{(II)} \qquad \log\lambda = -80 + 42{,}5 \, . \, v \quad [3].$$

En éliminant v entre les équations (I) et (II) on trouve

$$\text{(III)} \qquad \log\lambda = 268 - 3{,}5\,\mathrm{U}.$$

Construisons maintenant un graphique en portant U en abscisses (on a pris comme base les valeurs entières des poids atomiques : UI = 238, Th = 232, Ac = 227), et $\log\lambda$ en ordonnées.

Comme le montre la figure, pour des valeurs de U comprises entre 75 et 85, les points du graphique se rapprochent nettement de la ligne droite

$$\text{(IV)} \qquad \log\lambda = 235 - 3\,.\,\mathrm{U}$$

expression peu différente de l'équation (III). L'écart entre les points du

---

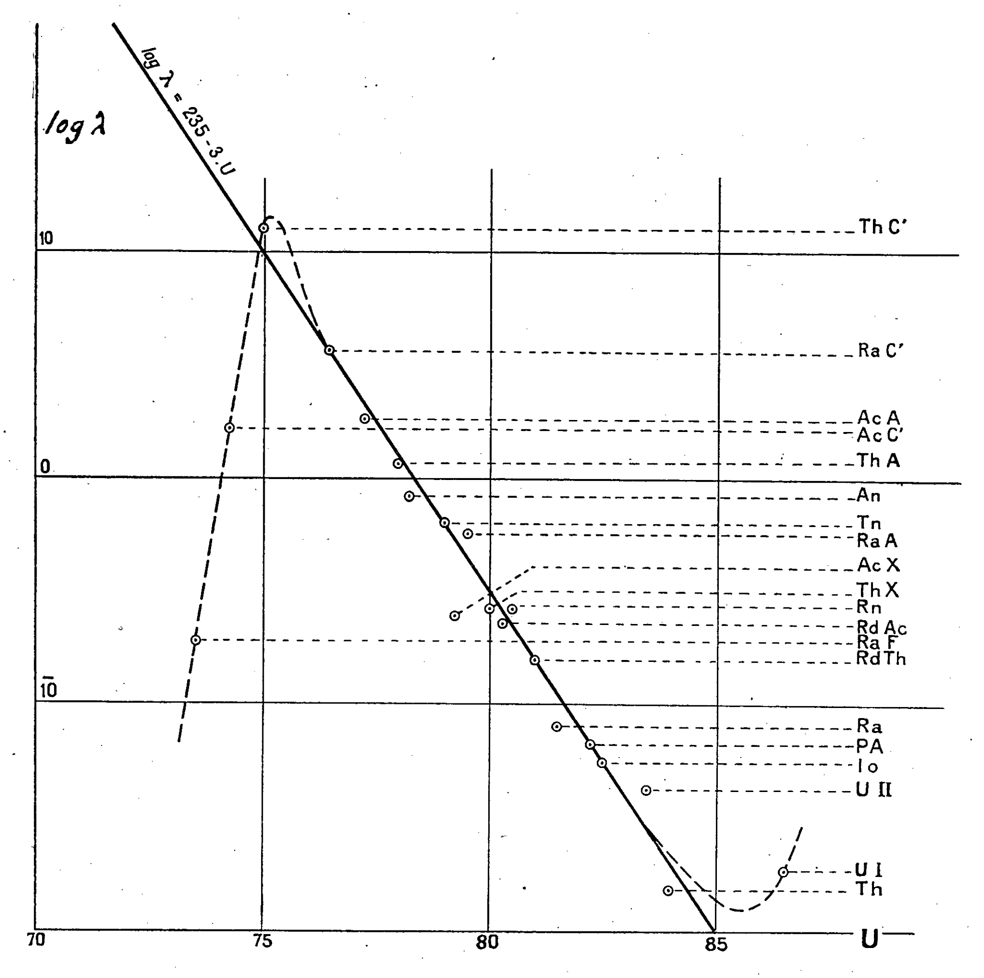
(1) H. Wolff, *Phys. Zeit.*, **22**, 1921, p. 171 et 352.

(2) R. Swinne, *Chem. Zeit.*, **35**, 1911, p. 1376; *Phys. Zeit.*, **13**, 1912, p. 14 et **14**, p. 142.

(3) En réalité, R. Swinne donne au premier terme du second membre des valeurs légèrement différentes pour chacune des familles radioactives.

graphique et la droite (IV) est de moins d'une unité sur U, sauf pour les corps C qui faisaient déjà exception à la relation (1) [1].

Le graphique ci-dessous, suggère l'existence d'une loi reliant à U, qui se traduit par une croissance rapide (exponentielle) de la stabilité avec U



entre les points correspondant au ThC' et au Th. Le comportement de l'uranium et du polonium prouve que cette loi ne peut être dans son

(1) On n'a pas fait figurer le RaC, qui émet presque exclusivement des rayons β; pour le ThC, la concordance n'est pas améliorée en remplaçant la constante λ totale, ici utilisée, par la constante partielle relative à la fraction α des transformations de ce radioélément.

ensemble aussi simple que l'indique la relation (IV). Pour $U < 75$ et pour $U > 85$, le sens de la variation avec U est probablement renversé. En effet, en dessous de $U = 73,5$ les éléments sont stables (abstraction faite du rubidium et du potassium dont la transformation est mal connue); et s'il a jamais existé des éléments au-dessus de $U = 86,5$, ils ont disparu en raison de leur instabilité.

On est donc amené à penser que, de part et d'autre de sa portion quasi-rectiligne descendante, la courbe représentative de $\log\lambda = f(U)$ présente un changement d'allure, c'est-à-dire un maximum vers $U = 75$, un minimum vers $U = 85$, et des branches ascendantes en deçà et au delà de ces limites. Cette manière de voir est en accord avec la position des points du graphique relatifs au polonium ($U = 73,5$) et à l'actinium C′($U = 74,25$) d'une part, à l'Uranium I($U = 86,5$) de l'autre. Nous avons indiqué en pointillé l'allure hypothétique de la courbe en dehors de la portion quasirectiligne.

Nota. — Si l'on essaie d'introduire dans le graphique les radioéléments qui se transforment avec émission de rayons β, on ne peut mettre en évidence aucune régularité dans leur distribution. On constate seulement que $\log\lambda$ varie beaucoup moins avec U que dans le cas des radioéléments émettant des rayons α.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'oxydation et l'inflammation des mélanges de pentane et d'air.* Note (1) de MM. **M. Prettre, P. Dumanois** et **P. Laffite**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Deux d'entre nous ont montré que les mélanges d'oxyde de carbone et d'air devenaient lumineux dans l'obscurité à des températures inférieures à leur température d'inflammation, par suite d'une oxydation partielle, mais importante de l'oxyde de carbone (2). Nous avons ensuite étudié le même phénomène dans le cas du sulfure de carbone (3), puis dans celui du pentane. C'est le résultat de ces dernières recherches que nous rapportons dans la présente Note.

Nos expériences étaient faites en envoyant un courant gazeux de vitesse constante ($6^l,5$ par heure) et de composition bien déterminée dans un réci-

(1) Séance du 11 août 1930.
(2) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 177.
(3) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 796.

pient en verre placé dans un four électrique chauffé progressivement jusqu'à 800°C. en deux heures et demie environ. Un dispositif convenable permet d'assurer la constance de la température dans la partie du four contenant le récipient de combustion. Une étroite ouverture pratiquée dans la paroi latérale du four permet d'observer — le laboratoire étant dans l'obscurité, — les phénomènes lumineux dont l'enceinte est le siège. Le mélange combustible est obtenu à l'aide du dispositif suivant qui permet d'éviter la présence de toute phase liquide. Au moyen d'un siphon capillaire à niveau constant, on fait tomber le pentane goutte à goutte dans un ballon parcouru par un courant d'air sec de vitesse constante. Un agitateur tournant rapidement permet de réaliser l'homogénéité du mélange dont la composition reste facilement constante pendant plusieurs heures consécutives. Les phénomènes observés sont différents, suivant que le mélange contient une proportion de pentane inférieure ou supérieure à la quantité théorique nécessaire pour la combustion complète.

1° Mélanges contenant moins de 2,5 pour 100 de pentane en volume. Lorsqu'on élève progressivement la température on constate vers 250° une luminosité d'abord assez faible, mais qui devient très nette à partir de 300° et qui au-delà de 500° est masquée par l'incandescence du four. Lorsque la température dépasse 670° le mélange s'enflamme.

2° Mélanges contenant plus de 2,5 pour 100 de pentane. La luminosité apparaît dès 220°, mais elle est très faible jusque vers 240°. A partir de cette température elle devient de plus en plus intense et à 259-263° (suivant la composition du mélange) une véritable flamme bleue très brillante parcourt lentement toute l'enceinte en partant de l'extrémité opposée à l'orifice d'arrivée des gaz, c'est-à-dire qu'elle se produit d'abord dans les gaz ayant séjourné pendant le temps le plus long dans le récipient. En continuant à élever la température (sans jamais interrompre le courant gazeux) on obtient de nouvelles flammes semblables jusque vers 290-300°. Au-dessus de cette dernière température il ne s'en produit plus, mais on observe une luminosité très vive et dont l'intensité subit des oscillations assez régulières jusque vers 350°, température au delà de laquelle elle reste à peu près constante. Enfin en continuant à chauffer, le mélange s'enflamme entre 670 et 680°, la flamme parcourant cette fois le récipient à partir de l'orifice d'arrivée des gaz. Ces phénomènes se produisent même pour des mélanges très riches en pentane, comme par exemple le mélange à 13 pour 100 de pentane pour lequel l'inflammation à 260° est très nette, tandis que la seconde inflammation ne se produit alors qu'en dessus de 750°.

Un tel mélange est situé bien au delà de la limite supérieure d'inflammabilité [5,35 pour 100 d'après White ([1])].

De ces expériences nous avons conclu que lorsqu'on fait passer un courant continu d'un mélange air-pentane à excès de pentane, dans une enceinte dont on élève progressivement la température, il existe deux inflammations spontanées : la première entre 260 et 300°, la seconde en dessus de 660-670°. Dans l'intervalle 300-660° ces mélanges ne sont pas capables de donner lieu à une combustion vive, mais sont seulement lumineux. Les caractères de la première flamme sont bien différents de ceux de la seconde. En particulier elle ne se produit que dans un intervalle de 30 à 40° au maximum, alors que la seconde peut avoir lieu à n'importe quelle température supérieure à une température minima qui ne dépend que de la composition du mélange. D'autre part la première flamme se propage à une vitesse beaucoup plus faible que la seconde. Mais la particularité la plus importante est qu'elle ne peut s'amorcer dans des gaz frais : elle ne se propage que lorsque les gaz ont déjà séjourné dans le récipient de combustion, même dans le cas de mélanges très riches en pentane. Ceci semble montrer que si l'on opère dans des conditions telles qu'il se produit une oxydation préalable du gaz combustible, on peut provoquer la combustion de mélanges qui ne pourraient brûler dans les conditions ordinaires, et cela même pour des mélanges dont la composition est bien supérieure (plus du double) à la limite supérieure d'inflammabilité.

Il faut noter que cette méthode de passage d'un courant gazeux combustible dans une enceinte dont on élève progressivement la température ne peut convenir pour déterminer exactement les températures d'inflammation. Les gaz brûlés ou partiellement oxydés n'étant évacués que progressivement, ils se mélangent aux gaz frais dont ils peuvent faire varier notablement la température d'inflammation, comme nous l'avons déjà observé ([2]). Mais en opérant comme nous le faisons pour déterminer les températures d'inflammation, c'est-à-dire en envoyant un mélange de pentane et d'air dans un récipient où l'on a fait le vide et qui est maintenu à température constante, on observe encore — en opérant toujours dans l'obscurité — les deux inflammations. Celle qui correspond à la température la plus basse n'a encore lieu que dans un faible intervalle de température, quelle que soit la composition du mélange.

([1]) *J. Chem. Soc.*, **127**, 1925, p. 672.

([2]) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 397.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de synthèse de l'aldéhyde cinnamique et de ses homologues.* Note de MM. **L. Bert** et **P.-Ch. Dorier.**

L'aldéhyde cinnamique de synthèse n'a pu jusqu'ici concurrencer le produit naturel retiré des essences de cannelle à cause des faibles rendements des procédés d'obtention. Quant aux homologues de l'aldéhyde cinnamique, un seul, à notre connaissance, a été préparé [1].

Nous avons réussi à édifier la série de l'aldéhyde cinnamique par la méthode nouvelle que nous allons exposer en prenant pour exemple la préparation de cette très importante aldéhyde :

La condensation du dichloro-1.3-propène avec le bromure de phénylmagnésium fournit de l'ω-chlorallylbenzène $C^6H^5.CH^2.CH = CHCl$ [2] qu'un court chauffage avec 3^{mol} de KOH et d'un alcool ROH quelconque transforme en éther oxyde mixte de cinnamyle et d'alcoyle

$$C^6H^5.CH = CH.CH^2.O.R,$$

lequel, chauffé en autoclave avec un excès de HCl pur à 22° Bé passe à l'état de chlorure de styryle $C^6H^5.CH = CH.CH^2Cl$.

La position du CH^2Cl du chlorure de styryle donnait à penser que certains des modes de transformation en aldéhydes des composés chlorométhyléniques cycliques seraient applicables ici : seul, le procédé de Sommelet, consistant à chauffer avec une quantité équimoléculaire d'hexaméthylènetétramine en milieu hydroalcoolique, a permis d'obtenir l'aldéhyde cherchée.

La même suite de réactions appliquée, *mutatis mutandis*, aux homologues du bromobenzène donne les homologues du chlorure de styryle, puis ceux de l'aldéhyde cinnamique.

Voici les constantes des composés préparés à ce jour :

1° *Chlorure de styryle et homologues.* — (*a*), Chlorure de styryle; (*b*), chlorures d'*o*-méthyl et (*c*), de *p*-méthylstyryle; (*d*), chlorure de 1.3-diméthylstyryle-4; (*e*), chlorure de 1.4-diméthylstyryle-2; (*f*), chlorure de *p*-isopropylstyryle; (*g*), chlorure de 1.4-diméthylisopropylstyryle-2.

---

(1) M. Scholtz et A. Wiedmann, *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 36, 1903, p. 850.

(2) L. Bert, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1504.

	Point d'ébullition corrigé.	Densité.	Indice de réfraction.	Réfraction moléculaire. Exp.	Théorique.	Exaltation.
(*a*)...	$Éb_{15} = 118°$	$d_4^{12} = 1,090$	$n_D^{12} = 1,587$	44,98	44,56	+0,42
(*b*)...	$Éb_{9,5} = 123$	$d_4^{12} = 1,071$	$n_D^{12} = 1,575$	51,38	49,18	+2,2
(*c*)...	$Éb_{13} = 132$	$d_4^{10,5} = 1,0465$	$n_D^{10,5} = 1,571$	52,28	49,18	+3,1
(*d*)...	$Éb_{13} = 135$	$d_4^{13,5} = 1,110$	$n_D^{13,5} = 1,566$	53,04	53,8	−0,76
(*e*)...	$Éb_{17} = 141$	$d_4^{13} = 1,042$	$n_D^{13} = 1,570$	56,8	53,8	+3
(*f*)...	$Éb_{13} = 150$	$d_4^{13} = 1,007$	$n_D^{13} = 1,551$	61,6	58,4	+3,2
(*g*)...	$Éb_{13} = 154$	$d_4^{12} = 1,002$	$n_4^{12} = 1,550$	66,3	63	+3,3

Tous les homologues décrits sont nouveaux. Combinés avec la diméthylaniline, ils constituent des leucotropes.

2° *Aldéhyde cinnamique et homologues.* — (α), aldéhyde cinnamique; (β), aldéhydes *o*-méthyl et (γ), *p*-méthylcinnamiques; (δ), aldéhyde 1.3-diméthylcinnamique-4; (ε), aldéhyde 1.4-diméthylcinnamique-2; (ζ), aldéhyde *p*-isopropylcinnamique; (η), aldéhyde 1.4-méthylisopropylcinnamique-2 :

	Point d'ébullition corrigé.	Densité.	Indice de réfraction.	Réfraction moléculaire. Exp.	Théorique.	Exaltation.	Point de fusion de la semicarbazone. [1]
(α).....	$Éb_{20} = 129°$	$d_4^{20} = 1,0496$	$n_D^{20} = 1,620$	43,79	39,70	+4,09	229-230°
(β).....	$Éb_{16} = 137$	$d_4^{22} = 0,9855$	$n_D^{22} = 1,5623$	48,10	44,32	+3,78	217
(γ).....	$Éb_{16} = 147$	$d_4^{23} = 0,967$	$n_D^{23} = 1,547$	47,91	44,32	+3,59	243
(δ).....	$Éb_{15} = 147$	$d_4^{16} = 1,005$	$n_D^{16} = 1,540$	49,96	48,94	+1,02	231
(ε).....	$Éb_{14} = 151$	$d_4^{8} = 0,9577$	$n_D^{8} = 1,534$	51,92	48,94	+2,98	256
(ζ).....	$Éb_{17} = 156$	$d_4^{12,5} = 0,952$	$n_D^{12,5} = 1,537$	57,06	53,56	+3,5	219
(η).....	$Éb_{15}^{11} = 162$	....	....	......	.....	......	225

Tous ces homologues, sauf (γ) sont nouveaux.

Les premières étapes de la méthode que nous venons de décrire s'effectuent avec des rendements allant de 50 à 100 pour 100; la dernière : transformation des chlorures de styryle en aldéhydes correspondantes, avec un rendement de 20 à 30 pour 100, susceptible d'amélioration, car les aldéhydes R.CH=CH.CHO sont toujours accompagnées des aldéhydes R.CHO engendrées par une réaction complexe dont nous cherchons à élucider le mécanisme.

---

[1] Il s'agit du point de fusion instantanée, sur bloc Maquenne.

PIÉZOÉLECTRICITÉ. — *Micrographie du quartz piézoélectrique.* Note [1] de M. **Pan Tcheng Kao**, transmise par M. Ch. Fabry.

Les minéralogistes ont étudié depuis longtemps le cristal de roche par les figures de corrosion obtenues par l'attaque à l'acide fluorhydrique ou à la potasse caustique. On voit alors apparaître au microscope sur les différentes surfaces naturelles du cristal de beaux dessins géométriques très caractéristiques et qui permettent de reconnaître si le quartz examiné est droit ou gauche. Les macles électriques ou optiques, si elles existent sur une face naturelle quelconque ainsi attaquée, sont même visibles à l'œil nu par moirage. Le même procédé macrographique est aujourd'hui très employé pour le contrôle de l'homogénéité des faces d'une lame de quartz piézoélectrique.

On sait qu'une lame de quartz piézoélectrique est un parallélipipède rectangle ayant deux faces perpendiculaires à l'axe optique, deux autres perpendiculaires à l'un des axes électriques et enfin les deux restantes parallèles à deux faces naturelles e^2 opposées du quartz, elles auront par conséquent les mêmes figures de corrosion que ces dernières. Sur les faces perpendiculaires à l'axe optique, la corrosion fait apparaître des triangles qui sont en réalité les bases des pyramides microscopiques. Ces pyramides triangulaires rendent très aisé le repérage des axes électriques au même titre que les figures obtenues par M. A. de Gramont [2]; mais ici la face positive, par compression, se trouve sur un sommet du triangle tandis que la face négative est parallèle à la base opposée.

La présente Note est relative à l'examen micrographique de ces faces, positive et négative, perpendiculaires à l'axe électrique de la lame.

La microphotographie (*fig.* 1) est celle d'une face négative et (*fig.* 2) d'une face positive. Elles ont été obtenues dans des conditions qui seront précisées plus loin. Notons seulement que s'il est *a priori* évident que les deux faces, positive et négative, doivent avoir des structures micrographiques différentes, peut-être ne s'attendait-on pas à une différence aussi marquée : tandis que la face négative présente un aspect fibreux, la face positive est nettement cristalline. Le motif caractéristique de la face négative est en effet une fibre parallèle à l'axe optique et celui de la face positive, un

---

[1] Séance du 4 août 1930.

[2] *Supplément à la Notice sur les travaux scientifiques de M.* A. de Gramont, 1929.

parallélogramme ayant deux côtés parallèles à l'axe optique et se détachant sur un fond à aspect cristallin difficilement définissable. En réalité les dessins sont en relief et peuvent varier en dimensions, aussi bien qu'en détail, d'un échantillon à un autre.

Le grossissement des deux microphotographies ci-dessous présentées est

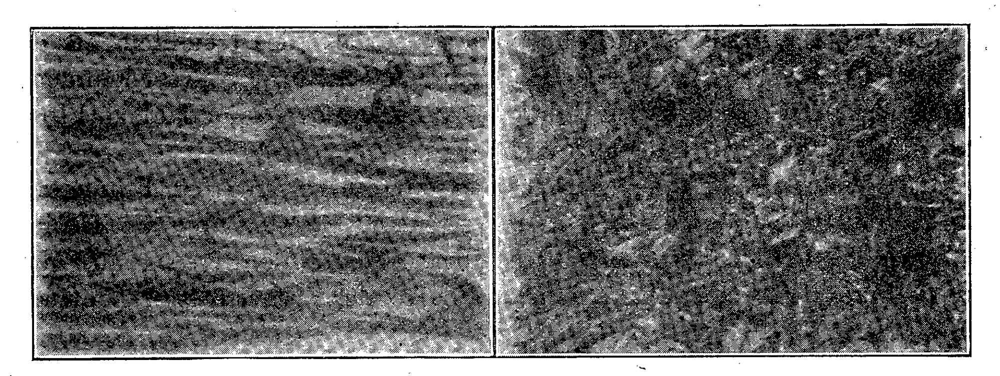


Fig. 1. Fig. 2.

de 200 fois, mais les dimensions des motifs dépendent essentiellement du douci des faces, de la durée de l'immersion dans le bain corrosif ainsi que de la concentration de ce dernier. Pour obtenir de bons résultats il est préférable d'employer un bain plutôt dilué. On diluera par exemple de l'acide fluorhydrique commercial avec trois fois son volume de vieux bain et l'on examinera l'échantillon de temps en temps au microscope pour contrôler la marche de l'attaque. Chose curieuse, une face polie résiste bien mieux à l'attaque qu'une face simplement doucie et à ce point de vue, la corrosion se fait toujours plus lentement sur une face positive que sur une face négative. Ainsi par une immersion de deux jours, la face négative est bien dépolie, la face positive garde encore son poli quoique un peu ternie; l'examen au microscope y révèle cependant une multitude de petits trous à contours géométriques qui sont justement les parallélogrammes cités plus haut.

SISMOLOGIE. — *Tremblements de terre en France en 1928 et 1929.* Note (¹) de MM. **E. Rothé, J. Lacoste** et Mlle **J. Roess**, présentée par M. Bigourdan.

Cette Note résume l'étude que nous avons faite des tremblements de terre en France en 1928-1929 et fait suite à l'historique précédemment publié. Les détails seront insérés dans les annuaires correspondants de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

1928 : Cinq séismes bien caractérisés ont été ressentis en France au cours de cette année. Quatre autres secousses ne sont que de faibles répliques des précédents; deux autres ébranlements n'ont été signalés que par quelques personnes. Les régions du Centre, des Vosges se sont montrées très stables.

Région du Sud-Ouest. — 16 *janvier*, $5^h28^m20^s$: secousse d'intensité V dans les Hautes-Pyrénées et les Basses-Pyrénées. Les localités les plus éprouvées se répartissent dans les vallées du Gave d'Oloron et de ses affluents. L'épicentre se trouve dans le massif pyrénéen, sur la frontière ou en territoire espagnol. — 25 *janvier*, 1^h40^m : IV, réplique probable du précédent. — 7 *mai*, 5^h : III, région d'Oloron-Sainte-Marie. — 21 *août*, 23^h40^m : secousse IV, ressentie dans les Hautes-Pyrénées et la Haute-Garonne, mouvement pyrénéen dont l'épicentre peut être situé entre le Pic-du-Midi et le Val d'Aran. — 22 *août*, 22^h : réplique du précédent, ressenti dans le canton d'Arreau et de Bagnères-de-Luchon. — 30 *août*, 19^h02^m : autre réplique ressentie à Bagnères-de-Bigorre et à Campan.

Région du Sud-Est. — 1er *juin*, 19^h12^m : secousse localisée dans les environs de Manosque (Basses-Alpes).

Région de l'Ouest. — 24 *juin*, 0^h50^m : séisme IV, ressenti en Maine-et-Loire, particulièrement dans les cantons de Baupréau, Montrevault, Saint-Florent-le-Vieil et Chemillé. — 27 *décembre*, 21^h, séisme V, dont l'épicentre peut être situé entre la vallée du Thoret et celle de la Dive, ressenti dans les Deux-Sèvres et particulièrement à Airvault, dans la Vienne à Moncontour et dans les Deux-Sèvres, arrondissement de Bressuire.

Région du Nord-Ouest. — 23 *décembre* : deux faibles secousses ont été ressenties dans les Côtes-du-Nord, l'une à 4^h, signalée à Quintenic (canton de Lamballe), l'autre à 22^h, ressentie à Tréguier (arrondissement de Lannion).

1929 : Au cours de cette année huit séismes bien caractérisés et deux secousses de moindre intensité, dont les détails figureront dans un Mémoire

(¹) Séance du 11 août 1930.

plus important, ont été signalés. Le Plateau Central, les Alpes, les Vosges se sont encore montrés stables.

Région du Sud-Ouest. — 1er *décembre vers* 23h 50m : séisme pyrénéen, d'intensité II, ressenti dans le canton de Lourdes; ce séisme a été suivi de quelques faibles répliques. — 12 *décembre*, 5h56m : séisme pyrénéen, III, ressenti dans les hautes vallées de l'Adour et du Gave de Pau et inscrit par les appareils de Bagnères-de-Bigorre.

Région du Sud-Est. — 19 *juillet*, 22h,05m : faible séisme ressenti à Sospel (Alpes-Maritimes).

Région de l'Ouest. — 29 *janvier*, 2h : faible secousse signalée à Châtellerault et à Saint-Georges-Baillargeaux (Vienne). — 4 *janvier*, 21h,30m : séisme d'intensité IV, ressenti sur les limites des départements des Deux-Sèvres et de la Vienne, notamment à Assais (canton de Saint-Loup) et à Notre-Dame-d'Or (canton de Moncontour). — 29 *mai* : secousse ressentie dans les environs de Nantes et à Carquefou.

Région du Nord-Ouest. — 3 *janvier*, 4h : séisme d'intensité V, dans le Morbihan, les Côtes-du-Nord et faible dans l'Ille-et-Vilaine, sur les lignes Pontivy, Lanouec (canton de Josselin), vers La Chapelle (canton de Malestroit), avec bifurcation vers le Nord-Est, vers Saint-Vran (canton de Médrognac) et Médréac (Ille-et-Vilaine). — 31 *octobre*, *entre* 0h *et* 1h : un séisme d'intensité V a été ressenti dans le Morbihan sur un territoire assez étendu. Deux lignes de plus grande intensité peuvent encore être signalées : l'une de direction WE par Auray, Vannes, Berric, Limerzel; l'autre SW-NE, partant aussi des environs d'Auray, atteint la région de Malestroit en passant par Elven. — *Le* 26 *juin*, 15h20m : un séisme dont l'épicentre est vraisemblablement sous-marin a été ressenti dans l'arrondissement de Coutances (Manche), à Lessay et Annoville.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'obtention, aux dépens des Laminaires, d'un complexe iodé labile.* Note (1) de M. **Pierre Dangeard**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Il se produit, dans certaines circonstances que nous allons préciser, un complexe iodé labile obtenu par diffusion aux dépens du thalle des Laminaires, au contact de l'eau de mer ou de l'eau douce, complexe qui a la propriété de libérer immédiatement de l'iode par une acidification même légère.

Suivons par exemple ce qui se passe lorsqu'un stipe vivant et frais de *Laminaria flexicaulis*, n'ayant pas subi de lésions, est placé dans un tube assez étroit rempli d'eau de mer, de telle façon que la quantité de liquide soit

(1) Séance du 11 août 1930.

faible par rapport à la surface du thalle et que les tissus sectionnés n'aient aucun contact avec l'eau de mer. Dans ces conditions l'analyse du liquide, effectuée à certains intervalles de temps, nous renseigne sur les échanges de matière entre l'Algue et le milieu.

Or l'eau de mer, qui ne contient pas d'iode libre normalement, en contient parfois une petite quantité (environ $\frac{1}{500000}$) après avoir séjourné un quart d'heure au contact d'un stipe de *L. flexicaulis*. Le fait, bien que rare, comme nous l'avons déjà fait remarquer, est cependant indiscutable. Dans la suite de l'expérience, l'eau de mer analysée étant chaque fois remplacée par de l'eau de mer fraîche, il n'apparaît plus d'iode libre, mais seulement un peu d'iode combiné décomposable par un acide dilué.

L'iode labile ainsi observé n'existe plus ensuite dans les analyses ultérieures si ce n'est à l'état de traces et dans les premières heures seulement; il n'y a pas d'iodures non plus à aucun moment, même après 24 ou 48 heures : le stipe de Laminaire vivant ne diffuse donc pas d'iodures au dehors dans l'eau de mer pendant très longtemps. A un moment donné, qui peut être après deux ou trois jours ou même plus et qui correspond évidemment à un état pathologique, des iodures apparaissent et bientôt, ce qui est plus inattendu, de l'iode libérable par un acide. L'eau de mer peut devenir alors si riche en complexe iodé labile qu'elle brunit aussitôt sous l'action d'un acide dilué.

Ce complexe apparaît également lorsqu'on répète les expériences précédentes avec de l'eau douce au lieu d'eau de mer, mais alors certaines particularités importantes se manifestent. Tout d'abord, dans l'eau douce, il est à peu près constant d'observer de l'iode libre, soit pendant les premières minutes du séjour, soit au bout d'une heure ou deux, mais cet iode libre est accompagné presque tout de suite d'une petite proportion d'iode libérable par un acide à laquelle s'ajoute une proportion importante d'iodures. Le stipe, retiré de l'eau douce et placé tel quel sur un papier amidonné, le bleuit fortement : l'eau douce a donc une action rapide et intense sur l'iodovolatilisation.

La diffusion des iodures qui se produit dès la mise en contact avec l'eau douce continue ensuite activement, tandis que l'analyse n'indique plus d'iode libre ni d'iode acidilabile; enfin, après un temps variable qui est en moyenne de 24 heures, un complexe iodé labile très abondant apparaît. A ce moment quelques gouttes d'acide provoquent immédiatement la mise en liberté d'une forte dose d'iode libre. Après plusieurs jours l'iode libérable disparaît, tandis que les iodures persistent.

Les faits relatés ci-dessus ont besoin d'être expliqués ou interprétés. Tout d'abord il semble certain que l'apparition d'iode libre, tout à fait au début du séjour, dans l'eau de mer ou dans l'eau douce, est due à de l'iodovolatilisation, c'est-à-dire à une émission d'iode par les cellules vivantes. La formation d'une petite quantité d'iode acidilabile au début du séjour dans l'eau de mer et dans l'eau douce est certainement liée au fait précédent dont il n'est peut-être que la conséquence. Quant à l'apparition massive après 24 heures ou plusieurs jours d'un complexe iodé labile, elle paraît être causée par une sortie abondante d'iodures et d'un principe oxydant : ce dernier n'est pas une diastase, car il n'est pas détruit par l'ébullition ; il y a lieu sans doute d'y voir un corps analogue au « libérateur » signalé récemment par Dillon dans l'eau douce où avaient macéré des Laminaires hachées.

Il est difficile, jusqu'à présent, de savoir si la formation de ce « libérateur » est en relation avec la vitalité de certaines cellules ; cependant nous ne l'avons pas obtenu en laissant séjourner dans l'eau des cossettes taillées dans le tissu médullaire et intermédiaire des stipes et privées de cellules corticales, ce qui rend vraisemblable le rôle de ces assises cellulaires.

En résumé, le séjour d'une *L. flexicaulis* dans l'eau de mer donne lieu tout d'abord à une sortie d'iode, qui peut être retrouvé soit à l'état libre, soit plus souvent à l'état de composé dissociable par un acide seul. Le séjour ultérieur dans l'eau de mer ne fait apparaître ni iode libre, ni iode acidilabile, ni iodure si l'on observe d'heure en heure. Après plusieurs jours seulement, il se montre à la fois des iodures et un principe oxydant, non détruit à l'ébullition, qui a la propriété de décomposer instantanément les iodures en milieu acide.

Dans l'eau douce, les iodures s'échappent aussitôt des cellules encore vivantes, accompagnés, au début seulement, d'iode libre ou d'iode acidilabile ou des deux à la fois. Comme dans l'eau de mer, mais plus tôt, un principe oxydant apparaît, qui vient former avec les iodures un complexe iodé facilement dissocié par les acides.

ZOOLOGIE. — *Cytologie de l'autofécondation du Pulmoné* Bullinus contortus *Mich.* Note de M. **Marc de Larambergue**, transmise par M. Maurice Caullery.

L'autofécondation du Pulmoné exotique *Bullinus contortus* Mich. a été signalée pour la première fois par E. Brumpt [1]. Grâce à l'amabilité de cet auteur, qui a bien voulu me confier quelques-uns de ces mollusques récoltés en Corse, j'ai pu élever, dans des conditions semblables à celles qu'il avait réalisées, plusieurs générations autogames de Bullins. Ce matériel m'a permis de faire l'étude cytologique de cette autofécondation, qui présente de grandes analogies avec le mode de reproduction étudié par Crabb et par moi-même chez les Limnées.

Je ne décrirai dans cette Note que des stades observés dans des œufs pondus, où le spermatozoïde fécondant a déjà commencé son évolution. Dans les mollusques vierges que j'ai sacrifiés, les coupes d'ovotestis ne m'ont encore montré que des ovocytes entourés de leur mince follicule et je n'en ai pas rencontré pendant leur descente dans le conduit génital.

Les spermatozoïdes mûrs, tels qu'ils se trouvent accumulés dans la portion médiane, dilatée, du canal hermaphrodite, ont une tête effilée et légèrement courbée à son extrémité antérieure; elle mesure environ 3^{μ} sur $1^{\mu},5$. Dans l'œuf fraîchement pondu, la tête affecte dans l'ensemble la forme d'une petite sphère de 3^{μ} de diamètre, légèrement déprimée à la partie postérieure (*fig.* 1); elle est accompagnée de quelques fragments de queue, qui se résorbent rapidement. Ainsi constitué, l'élément mâle, très colorable, est facile à reconnaître à la périphérie du vitellus et je n'en ai jamais trouvé qu'un seul. Cependant l'examen *in toto* d'œufs récemment pondus montre souvent, noyés dans l'albumine entourant le vitellus, des spermatozoïdes immobiles, pelotonnés, sans doute entraînés par le passage de l'ovocyte et englobés avec lui dans les sécrétions des glandes accessoires.

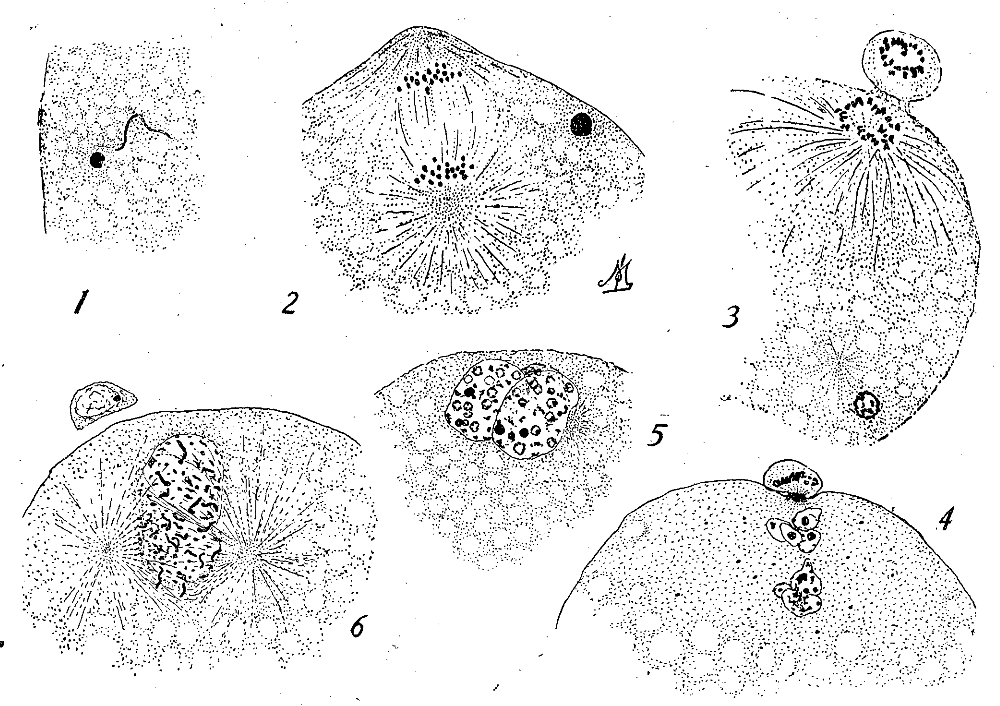
Tandis que la première méiose suit son cours, les fragments de queue disparaissent, la tête reste sphérique, très chromatique, et toujours isolée à la périphérie du vitellus (*fig.* 2); elle s'accroît légèrement (3^{μ}-$3^{\mu},5$).

C'est généralement pendant l'intercinèse que le pronucléus mâle s'orga-

---

(1) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1012-1015.

nise. La tête, jusque-là sans structure apparente, se vacuolise; à son voisinage s'observe un petit aster (*fig*. 3). On ne peut cependant établir une concordance exacte entre l'ovogénèse et l'évolution du spermatozoïde, car on rencontre parfois un noyau mâle déjà constitué dès la fin de la première méiose, ou bien une tête encore massive à la fin de l'intercinèse; mais tous les œufs d'une ponte donnée présentent sensiblement les mêmes caractères,



ces différences étant dues sans doute au temps variable qui s'écoule entre la pénétration et la ponte.

L'augmentation de volume de l'élément mâle se poursuit pendant la deuxième meiose; son noyau devient vésiculeux et sa colorabilité diminue, il se déplace vers le centre du vitellus, en compagnie de son aster, qui faiblit, puis disparaît. Après l'émission du deuxième globule polaire, qu'un reste fusorial relie à l'œuf, le pronucleus femelle s'organise et demeure au pôle aminal, dans une aire cytoplasmique homogène, dépourvue de réserves, où pénètre bientôt le pronucleus mâle (*fig*. 4). Les figures achromatiques ont alors disparu et les deux pronucléi, groupes de vésicules contenant des sphérules chromatiques, sont à peu près semblables; mais, encore séparés, ils restent faciles à distinguer. Ils s'accroissent toujours, pouvant atteindre

15μ, se simplifient et entrent en contact (*fig.* 5). Pendant ce stade de repos, la membrane qui les limite perd de sa netteté, leurs sphérules deviennent moins colorables.

Quand les asters de segmentation apparaissent au voisinage des noyaux qu'ils ne tardent pas à entourer de leurs irradiations, le contenu des pronuclei reprend sa colorabilité et se résout en chromosomes allongés et en granulations obscurcissant la prophase de la première mitose de segmentation (*fig.* 6). Dans les segmentations ultérieures, la numération exacte des chromosomes, devenus plus courts, est rendue pénible et aléatoire par leur tassement et le doublement du nombre haploïde déjà élevé (1).

L'évolution du spermatozoïde aboutit donc à une caryogamie véritable, qui a tous les caractères d'une fécondation normale. Étant donné l'étonnante prolificité de ces mollusques isolés, le nombre de générations autogames que l'on peut élever et la régularité de leur développement, l'autofécondation, chez *Bullinus*, a tous les caractères d'un processus physiologique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Isolement et préparation de la vagotonine, nouvelle hormone pancréatique.* Note (2) de MM. **H. Pénau** et **D. Santenoise**, présentée par M. A. Desgrez

Les recherches cliniques et expérimentales poursuivies depuis près de dix ans par D. Santenoise et ses collaborateurs ont conduit ces auteurs à démontrer que le pancréas exerce une action régulatrice importante sur l'activité fonctionnelle des centres pneumogastriques, en sécrétant une hormone vagotonisante différente de l'insuline, hormone à laquelle, dès 1926, Santenoise avait, en raison de cette propriété physiologique, donné le nom de vagotonine. Nous sommes parvenus à mettre au point une technique de préparation, permettant d'extraire du pancréas cette vagotonine, de la purifier et de la préparer en quantité suffisante pour l'étude de ses propriétés physiologiques et thérapeutiques. Santenoise et ses collaborateurs, ayant observé l'action vagotonisante de certaines insulines préparées suivant la première technique de Pénau, puis ayant constaté la disparition du pouvoir vagotonisant dans des insulines dont la purification avait été beaucoup

---

(1) Ce nombre est, en effet, d'environ 35.
(2) Séance du 4 août 1930.

plus poussée, ont supposé qu'au cours de la préparation de ces extraits pancréatiques à grande activité insulienne, les techniques employées débarrassaient l'insuline proprement dite de la vagotonine.

Nous avons alors repris, étape par étape, diverses méthodes de préparation d'insuline, prélevant, à chaque stade, des échantillons des divers produits de la préparation et mesurant l'action de ces divers échantillons sur l'excitabilité réflexe des centres pneumogastriques.

Nous avons ainsi constaté l'existence, dans certaines conditions physico-chimiques, d'un véritable partage de l'insuline et de la vagotonine. Après avoir précisé, par l'association de la technique physiologique et de la technique physico-chimique, certains facteurs et les conditions de cette séparation des deux hormones, nous avons mis au point la technique suivante :

Pour obtenir la vagotonine, on part directement du pancréas stabilisé à $-15°$. Celui-ci est broyé dans un pulpeur, puis mis à macérer dans une liqueur alcoolique renfermant $\frac{1}{10}$ de molécule d'acide sulfurique par litre. Après 4 heures de macération, on filtre le liquide limpide et l'on effectue une deuxième opération identique. Les colatures alcooliques ainsi obtenues sont filtrées, puis concentrées dans le vide à $\frac{1}{15}$ de leur volume.

La liqueur est alors ajustée à un pH de 4,6-4,8 par addition de soude, ce qui permet d'éliminer une masse pondérale importante de substances non vagotonisantes. Dans la liqueur aqueuse surnageante, il est parfois assez difficile d'apprécier l'activité sur le vague par suite des nombreuses impuretés protéiques qu'elle renferme et qui masquent cette action; il est donc indispensable de la purifier. La liqueur aqueuse est à nouveau distillée dans le vide à une concentration déterminée. Le liquide obtenu est ensuite additionné, jusqu'à demi-saturation, de sulfate d'ammoniaque qui entraîne avec lui une quantité importante de substances albumosiques. Cette opération permet d'éliminer certaines impuretés choquantes, à petites molécules : polypeptides dialysables, amino-acides et sels. Par une centrifugation appropriée suivie d'un lavage du précipité, on arrive à obtenir un culot que l'on fait entrer en dissolution dans l'eau. On obtient une liqueur qui est passée dans un ultra-filtre à grande surface, ce qui permet d'éliminer encore des albumoses à petites molécules et de ne conserver que les protéoses à grosses molécules, parmi lesquelles la vagotonine. La liqueur est à nouveau concentrée par des fractionnements à l'alcool. On élimine encore ainsi des substances inactives.

Enfin, en ajoutant à la liqueur 15 volumes d'alcool absolu on finit par obtenir, après essorage et dessiccation, une poudre blanche, riche en vago-

tonine. Mais celle-ci ne saurait être encore employée pour les usages de la thérapeutique, car elle renferme certaines substances choquantes qui peuvent voiler l'action vagotonisante et peuvent, injectées, provoquer des accidents anaphylactiques. Il est donc nécessaire de lui faire subir une troisième purification par des précipitations fractionnées au chlorure de sodium, au pH de 3,5. Par centrifugation et reprise à l'alcool du précipité, on obtient une liqueur qui, ajustée à pH 7, et reprécipitée par l'alcool-éther, permet d'obtenir, par essorage et dessiccation, la vagotonine à un état de purification très avancé.

Par ce procédé, on obtient une poudre blanche, très soluble dans l'eau distillée et le sérum à 7 pour 1000, qui se montre active sur le réflexe oculo-cardiaque à des doses de $\frac{1}{10}$ de milligramme et moins par kilogramme d'animal.

Cette substance donne sur le parasympathique les mêmes résultats que la transfusion de sang efférent pancréatique. Elle n'est pas choquante et ne semble conférer ni immunité, ni sensibilité anaphylactique.

Elle n'est pas immédiatement hypotensive, même à dose élevée (10^{cg} par kilogramme), en injection intraveineuse, lorsqu'elle a été bien préparée et purifiée. Elle ne contient ni choline (réaction de Florence négative) ni histamine. Elle provoque une hypoglycémie lente, progressive, souvent intense et durable. Elle accroît, dans des proportions considérables, la tolérance aux hydrates de carbone et excite la fonction glycopexique du foie.

Nettement individualisée, elle se présente bien différente de l'insuline et des diverses autres substances extraites du pancréas.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Étude de certaines modifications humorales survenues au cours de l'anaplasmose marginale bovine expérimentale.* Note de M. E. **Ducloux** et M[lle] G. **Cordier**, présentée par M. Charles Achard.

Nos expériences sur l'anaplasmose marginale bovine en Tunisie nous ont donné des résultats dont nous extrayons quelques-uns :

1° *Bilirubinémie.* — La bilirubine a été étudiée dans le sérum par la réaction Van den Berg. L'augmentation progressive de ce pigment a été la caractéristique des états graves, au contraire sa diminution a tou-

(1) Séance du 11 août 1930.

jours paru un indice favorable. Les sérums ont été soumis aux deux épreuves de la réaction directe et de la réaction indirecte et les résultats n'ont cessé d'être concordants; chaque fois nous avons observé chez les sujets en crise, une réaction directe retardée et une réaction indirecte immédiate que nous avons désignées, par les signes +, ++, +++, ++++, suivant le degré d'intensité de la coloration. Selon Mac Nee [*Classification clinique des ictères* (*Revue sud-américaine de Médecine et de Chirurgie* 1, II, février 1930)], ces résultats peuvent être interprétés comme une insuffisance de la cellule hépatique, liée à une lésion ou à un surmenage exagéré qui caractériseraient l'ictère intra-hépatique toxique et infectieux. Nous rapporterons le cas de la génisse n° 48 qui a reçu le sang infectant le 25 février 1930, et celui de la génisse n° 63 qui a reçu le sang infectant le 15 mars 1930.

Dates.	Parasites dans le sang.	Réaction directe retardée.	Réaction indirecte immédiate.
8 mars au 13 mars	0	0	0
15 mars au 3 avril	4 anaplasmes [1]	0	0
18 » 3 »	60 à 80 »	+	+
20 » 3 »	300 »	+++	+++
22 » 3 »	420 »	++++	++++
25 » 3 » [2]	500 »	++++	++++
22 mars au 3 avril	0	0	0
4 avril	2 à 3 anaplasmes [1]	0	0
8 »	40 à 50 »	0	+
10 »	90 »	0	+
12 »	150 »	++	++
13 »	180 »	+	+
16 » [3]	30 »	0	0

Le taux de concentration de la bilirubine dans le sérum serait donc en rapport direct avec la gravité et la durée de l'anaplasmose.

2° *Urobiline*. — A aucun moment nous n'avons décelé l'urobiline dans le sérum et l'urine, même au plus fort des accès parasitaires, non plus qu'à la période agonique.

(1) Pour 1000 globules rouges.
(2) Mort de la génisse 48.
(3) Guérison de la génisse 63.

3° *Résistance globulaire.* — Nous avons suivi journellement les modifications de la résistance, sur plus de 20 bovins pendant toute la durée de l'affection parasitaire et nous avons été frappés de la régularité des courbes qui, au plus fort de l'accès, se rapprochaient de l'axe des ordonnées, d'autant plus que la vie de l'animal était compromise. Le fléchissement de la résistance globulaire apparaît comme un pronostic grave et l'on peut affirmer que les modulations de la courbe, au cours de l'anaplasmose expérimentale, ont une valeur symptomatologique au même degré que les variations de la bilirubinémie.

4° *Cholestérinémie.* — Nous avons utilisé le procédé de dosage de Grigaut (¹). Nous relevons quelques-uns de nos résultats :

	Dates.	Cholestérine par litre de sérum.	Réaction de Van den Berg. R. dir. R.	Réaction de Van den Berg. R. indir. I.
		Génisse 48.		
Avant la crise	25 février	1,30	0	0
Début de la crise	12 mars	1,60	0	0
»	15 »	1,60	0	0
La crise s'aggrave	18 »	1,40	+	+
»	20 »	1,20	+++	+++
»	21 »	1,20	+++	+++
»	24 »	1,10	++++	++++
Mort	25 »	1	++++	++++
		Génisse 49.		
Avant la crise	31 »	1,50	0	0
Début de la crise	2 Avril	1,50	0	0
»	5 »	1,30	0	0
Crise d'intensité moyenne	8 »	1,25	0	+
»	10 »	1,10	0	+
»	12 »	1,15	++	++
»	15 »	1,20	+	++
L'animal survit	22 »	1,40	0	0

(¹) A.-C. Marie, *Recherches sur la cholestérinémie* (*Annales de l'Institut Pasteur*, 37, 1923, p. 921).

La cholestérinémie a présenté une grande variabilité. Son abaissement a été la règle durant la période de crise et a semblé même présenter un certain rapport avec l'intensité de l'affection. Au début de l'état parasitaire nous avons noté également une hypercholestérinémie de courte durée.

5° *Iso et autohémoagglutinines et hémolysines*. — Nous avons recherché, par les techniques de Weinberg et Ionesco Miharesti, les anticorps dans le sérum d'animaux en incubation, en crise et en fin d'accès d'anaplasmose, pour les hématies de sujets placés dans les mêmes conditions pathologiques.

En période de crise et quelquefois durant l'incubation, le sang des sujets atteints d'anaplasmose peut contenir des isohémoagglutinines et des autohémoagglutinines pour les hématies de bovins en crise. Par contre nous n'avons jamais constaté l'existence d'auto et d'isohémolysines.

Résumé. — L'anaplasmose expérimentale s'accompagne d'hyperbilirubinémie, d'hyporésistance globulaire, de variations dans le taux de la cholestérine avec tendance à l'hypocholestérinémie dans les formes graves, et d'auto et isoagglutinines dans le sérum.

MÉDECINE. — *Une méthode efficace de traitement d'une des causes les plus répandues de mortalité infantile dans les pouponnières : l'infection à pneumocoques*. Note de MM. **C. Lebailly**, **G. Desbouis** et **A. Voulland**, présentée par M. Ch. Nicolle.

On connaît les controverses des puériculteurs au sujet de la vie en commun des nourrissons. Il s'agit d'élever, avec le minimum de mortalité, les enfants, qui, pour causes diverses, ne peuvent bénéficier du seul mode d'élevage rationnel : l'allaitement par la mère.

Deux méthodes sont employées : le placement en nourrice à la campagne, l'élevage en commun dans les pouponnières. Si la première méthode donne de bons résultats avec les enfants de plus de deux ans, elle donne une trop forte mortalité avec les nourrissons très jeunes. L'élevage en commun et par l'allaitement artificiel des enfants abandonnés présente l'avantage de grouper les nourrissons autour d'un personnel instruit, sous une direction médicale. Il présente l'inconvénient d'offrir aux maladies contagieuses une proie multiple.

Les essais que nous avons poursuivis depuis un an et demi au centre d'élevage départemental du Calvados, à Bénouville, nous ont mis en présence, à deux reprises, d'épidémies semblables et très graves. La seconde a fait

l'objet d'une étude approfondie. Cette étude nous a amenés à envisager une méthode nouvelle de prévention et de traitement.

Évolution de l'épidémie. — L'épidémie, qui, à deux reprises, a décimé nos nourrissons, s'est présentée sous forme d'une maladie à symptômes infectieux et fébriles prédominants. Les troubles locaux (pulmonaires et intestinaux) n'étaient pas très accentués; ils ne pouvaient laisser prévoir l'issue fatale, qui, pourtant, était la règle générale.

Symptômes. — Le premier symptôme observé est une élévation thermique qui se montre au cours de la prise de température quotidienne (matin et soir) qui est de règle à Bénouville.

Chez les enfants ainsi repérés, un examen approfondi permet de reconnaître des signes de congestion pulmonaire peu marqués, et surtout localisés aux bases des poumons. Un nourrisson est d'abord atteint, puis la maladie s'étend rapidement aux autres, isolés pourtant chacun dans leur box, et faisant l'objet d'une surveillance constante de la part du personnel. On constate aussi quelques troubles digestifs, fétidité des selles, diarrhée légère et plus tard, un érythème fessier. Ces symptômes, peu marqués, ne paraissent pas devoir retenir l'attention plus que les petits malaises passagers de ce genre auxquels sont sujets les nourrissons. On assiste ensuite à une forte ascension thermique qui peut atteindre 40°,6. L'enfant prend un aspect profondément infecté, son teint se plombe; yeux cernés, regard fixe; l'état général devient très grave, et la mort survient en quelques jours, parfois en quelques heures, quelle que soit la thérapeutique employée.

Lésions. — La première épidémie de Bénouville avait entraîné une forte mortalité. Nous l'avons étiquetée, suivant l'usage, broncho-pneumonie. Après un intervalle de quelques mois, une seconde épidémie, survenue dans des conditions identiques, nous a donné une mortalité aussi élevée. Nous avons alors multiplié les observations, pratiqué huit autopsies et procédé à l'étude bactériologique complète de chaque cas. Nous avons ainsi reconnu que, toujours, il existait dans les poumons, à l'état pur, un pneumocoque. Dans un cas, terminé rapidement par la mort, ce pneumocoque s'est retrouvé dans le sang du cœur et dans la moelle osseuse (septicémie). Dans tous les cas, y compris ce dernier, le peu d'importance des lésions pulmonaires, l'absence d'hépatisation n'expliquaient ni la gravité clinique ni la mort rapide, fatale. Aucune lésion digestive à l'œil nu, matières d'aspect normal ou un peu diarrhéiques; parfois, pourtant, nous avons noté la présence de gaz et le ballonnement des anses intestinales. Comme dans les zones

congestionnées du poumon, on retrouvait, dans tout l'intestin, un pneumocoque abondant qui, dans sept cas sur huit, n'a pas envahi le sang.

Traitement. — L'épidémie comptait déjà douze morts. Six nouveaux cas évoluaient vers une issue fatale et rapide, malgré les traitements symptomatiques et la suppression complète du lait et du sucre. En présence de cette situation désespérée, nous avons décidé d'opposer à cette infection le sérum antipneumococcique de l'Institut Pasteur de Paris, et, ne sachant par quelle voie il agirait le mieux, nous l'avons fait absorber à la fois, chez les six malades, par la bouche (40^{cm^3}), en lavement (20^{cm^3}), en injection sous-cutanée (10^{cm^3}) et intra-musculaire (10^{cm^3}). Même traitement les jours suivants. Nous avons alors assisté à une véritable résurrection des petits moribonds. Dans la suite, nous avons acquis la conviction que l'administration prolongée du sérum par la bouche et en lavements suffisait à amener la guérison. Des confrères auxquels nous avons indiqué cette méthode ont obtenu, comme nous, de véritables résurrections. Nous vaccinons maintenant préventivement tous les nourrissons contre le pneumocoque par inoculation sous-cutanée et absorption digestive de vaccin.

En résumé, il existe, chez les nourrissons, une maladie d'aspect typhoïde, causée par le développement d'un pneumocoque qui pullule dans le tube digestif à la faveur du lait et du sucre et, de là, envahit le poumon. Elle amène la mort, souvent très rapide, avec des symptômes d'intoxication profonde, sans lésions asphyxiques. Cette maladie constitue le principal fléau des pouponnières; elle tue aussi les nourrissons à la campagne. Elle a guéri entre nos mains, par l'administration du sérum antipneumococcique, jointe à la suppression totale du lait et du sucre. Après la maladie, l'alimentation lactée et sucrée ne doit être reprise que tard et prudemment.

Des selles du malade, les pneumocoques se répandent sur les langes, tétines, mains du personnel, etc. La prophylaxie rationnelle découle de ces constatations.

Il serait intéressant d'appliquer la même prophylaxie et la même thérapeutique aux nègres qui sont si sensibles au pneumocoque.

PHYSICO-CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur le traitement des tumeurs de goudron de la Souris par certains amino-acides.* Note [1] de MM. **F. Vlès**, **A. de Coulon**, **J.-L. Nicod**, transmise par M. d'Arsonval.

Dans des Notes antérieures [2] nous avons montré comment la considération des décalages des points isoélectriques musculaires de la Souris conduit à établir un ensemble de techniques pour modifier l'évolution des cancers expérimentaux chez cet animal; on a vu en particulier que sous l'action de certains mélanges d'acides aminés, les cancers de goudron sont susceptibles de présenter des régressions histologiques, allant même quelquefois jusqu'à la disparition complète du tissu tumoral.

I. Pour compléter et préciser les données apportées dans la Note précédente, nous avons amplifié l'expérience relative à l'un des mélanges qui paraissait particulièrement intéressant (mélange n° III *B* équimoléculaire d'alanine-cystine-proline), en faisant porter l'expérience sur un plus grand nombre d'animaux.

Technique. — La technique a été exactement la même que précédemment : après badigeonnage des Souris au goudron durant plusieurs mois et apparition d'un cancer constaté par une biopsie, les animaux ont reçu sous la peau des pastilles solides correspondant à $0^{g},075$ environ de substance active; à la fin de la survie des Souris, les régions tumorales ont été de nouveau soumises à un examen histologique; par comparaison des préparations, on a classé les cas en *aggravations*, *stationnaires* ou *améliorations*. Dans l'expérience actuelle, on a adjoint pour certaines Souris, à l'injection sous-cutanée, la simple ingestion du même mélange d'acides aminés en suspension dans du lait condensé sucré (à raison d'environ 30^{mg} de substance active par jour); on a également suivi un certain nombre de Souris qui, sans aucune injection sous-cutanée, ont été simplement mises au même régime alimentaire d'acides aminés dans du lait condensé.

Parallèlement, on a refait des témoins n'ayant subi aucun traitement

---

(1) Séance du 4 août 1930.

(2) Vlès et de Coulon, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 1205. Cf. Vlès et de Coulon, *Revue des notions actuelles sur un problème de physico-chimie pathologique* (*Arch. Phys. biol.*, 7e série, 5, 1929, p. 1-24).

et soumis de même à l'examen histologique double; quelques-uns de ces témoins, pour contrôle, ont été nourris avec le lait condensé ayant été utilisé dans le régime précédent.

Résultats. — Nous possédons actuellement les résultats de 107 Souris, soumises au traitement par le mélange n° III; leur statistique est donnée par la figure ci-jointe; sur ces Souris, 63 ont présenté des régressions dont

AMÉLIORATIONS
Disparitions complètes du cancer.
Régressions en cours.
STATIONNAIRES
AGGRAVATIONS
Types de tumeurs:
I
II
III
mortes avant 15 j.
sous-cutané
sous-cutané ingestion.
ingestion
Mélange III B alanine-proline-cystine.
Témoins
sous-cutané
sous-cutané ingestion
Mélange V ac. glutamique-cystine.

Statistique des cancers de goudron de la Souris traités par des mélanges d'amino-acides.

26 ont été jusqu'à la disparition du tissu cancéreux; 9 ont montré des aggravations manifestes; 35 ont été considérées comme stationnaires; mais il est juste de faire remarquer qu'il rentre dans ces stationnaires un certain nombre de Souris qui sont mortes dans les premiers jours après la mise en œuvre du traitement (moins de 15 jours), et chez lesquelles l'évolution tumorale n'a pas eu vraisemblablement le temps nécessaire pour préciser son sens.

De l'ensemble des témoins connus à l'heure actuelle, et qui montent à 42 depuis le début de l'expérience, aucun cas de régression même partielle n'a été vu, et il y a eu 25 cas d'aggravations manifestes.

Il est curieux de constater que la simple ingestion des acides aminés

choisis a déjà suffi, comme si l'on se trouvait en présence d'une carence, à produire un certain nombre de régressions de tumeurs.

II. Étant donnée la présence de la cystine dans le mélange n° III *B*, et l'analogie de structure que le complexe éventuellement formé par celui-ci pouvait présenter avec la glutathion, nous avons jugé intéressant d'injecter à des Souris au cancer de goudron, dans les mêmes conditions que précédemment, un mélange de 2 molécules d'acide *d*-glutamique pour 1 molécule de *l*-cystine. Parmi ces Souris, un certain nombre ont été en outre soumises à un régime d'ingestion du même mélange dans du lait condensé. Les résultats de 20 Souris de cette expérience sont déjà connus à l'heure actuelle; on y trouve 16 cas de régression, dont 10 vont jusqu'à la disparition complète des tumeurs, contre 3 cas d'aggravation et un seul stationnaire. L'étude de ce mélange, qui paraît devoir être aussi intéressant, sinon plus, que le n° III *B* déjà étudié, sera poursuivi ultérieurement.

Comme nous l'avions annoncé précédemment, la régression histologique des tumeurs ne correspond qu'à un assez faible accroissement de la survie des animaux, lesquels sont déjà trop fortement intoxiqués par les composants du goudron.

HÉRÉDITÉ MENDÉLIENNE. — *Sur le facteur léthal accompagnant l'anurie et la brachyurie chez la Souris.* Note [1] de Mme **N. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa** et M. **N. Kobozieff**, transmise par M. F. Mesnil.

Sous le nom de facteur léthal on comprend quelque chose d'hypothétique dans la matière héréditaire d'un gamète qui compromet la vitalité de l'organisme à la genèse duquel ce gamète prend part. Malgré notre ignorance absolue sur le substratum matériel qui correspond à ce facteur, et sur son mode d'action, la réalité de ce facteur énigmatique ne présente aucun doute. Grâce aux travaux de Cuénot (1904), de Castle et Little (1910), etc., sur la Souris jaune, il a été établi que ce facteur modifie la formule mendélienne classique 1 : 2 : 1, en y supprimant la catégorie homozygote pour ce facteur.

L'idée que la suppression d'un quart des descendants est due à la mort précoce des ovules homozygotes pour le caractère léthal, a trouvé sa confirmation dans les recherches de Kirkham (1917), d'Ibsen et Steigler (1917)

---

[1] Séance du 11 août 1930.

sur la souris jaune. Ces auteurs ont constaté que, dans l'utérus des souris jaunes fécondées par des mâles de même couleur, il y avait toujours des fœtus morts. La léthalité du caractère « queue raccourcie » n'a pas encore été confirmée anatomiquement, mais nous avons établi (*C. R. Soc. Biol.*, 97, 1927, p. 116) la formule tronquée 2 : 1, après le croisement des deux conjoints anoures (on a obtenu 100 anoures et brachyures sur 47 souris normales). L'accumulation ultérieure des observations nous a pourtant donné des résultats moins concordants avec la prévision. Voici ces résultats partagés en deux groupes :

Croisements.	Nombre de portées.	Nombre total de petits.	Anoures + brachyures. Prévus. M_{abs} [1].	Anoures + brachyures. Observés.	Différence entre la prévision et l'observation.	Nombre de petits par portées.
1. *Croisement des deux hybrides* (A = anoure, Br = brachyure), *disjonction de la descendance immédiate d'après la formule* 2 : 1.						
A × A...	220	867	578 ± 13,9	558	−20	3,9
A × Br...	138	551	367 ± 11,0	375	+ 8	4,0
Br × Br...	176	683	445 ± 12,3	430	−15	3,9
2. *Croisement d'un hybride avec un animal normal* (N); *disjonction d'après la formule* 1 : 1.						
A × N....	79	398	199 ± 9,5	188	−11	5
Br × N....	168	828	414 ± 14,0	371	−43	4,9

Ce tableau montre que le croisement entre elles des souris à queue raccourcie donne des résultats qui suivent assez bien la formule caractéristique des caractères léthaux, c'est-à-dire deux anormaux sur un normal. La déviation en plus tombe entre les limites d'erreur probable, mais les déviations en moins le dépassent un peu. Les croisements des souris à queue raccourcie avec des souris à queue longue ont également donné des résultats qui dévient en moins par rapport aux chiffres prévus. Cette déviation dépasse trois fois l'erreur probable après le croisement des brachyures avec des souris normales, et, pourtant, la réunion d'un gamète à caractère léthal

(1) L'erreur probable de la prévision est calculée d'après la formule

$$M_{abs} = \pm\sqrt{\frac{q.(n-q)}{n}}$$

(W. JOHANNSEN, *Elemente der exakten Erblichkeitslehre*, Jena, 1913, p. 514).

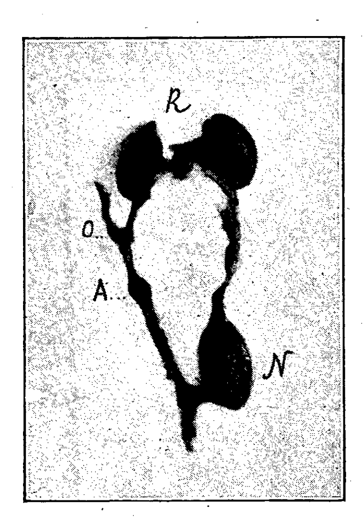
avec un autre exempt de ce caractère, ne devrait pas avoir pour conséquence, d'après la théorie, la mort de l'embryon.

Toutes les oscillations qui se présentent dans le tableau ci-dessus trouvent leur explication dans les recherches faites directement sur l'utérus gravide, que nous sommes en train d'effectuer, et dont voici le résultat préliminaire :

Chez 15 femelles normales, fécondées par des mâles normaux, on a trouvé, dans les utérus ouverts avant terme, 97 fœtus normaux et pas un seul renflement correspondant à un fœtus avorté. Cela donne 6,5 comme nombre moyen de petits par portée.

6 femelles anoures ou brachyures fécondées par des mâles ayant également la queue raccourcie, ont présenté, dans les mêmes conditions, 28 fœtus bien développés (dont 13 A ou Br) et 10 renflements. Cela fait 6,5 fœtus (y compris les renflements) par portée, ou bien 4,8 fœtus par portée, si on laisse de côté les fœtus avortés.

9 croisements, où l'un des deux animaux était normal et l'autre avait la



Utérus d'une souris anoure fécondée par un mâle normal.
R, reins; O, ovaire; N, fœtus normal; A, fœtus avorté.

queue raccourcie, ont présenté à la dissection 38 fœtus bien développés et 3 renflements, non prévus par la théorie (voir la figure); cela fait 4,5, respectivement 4,2 fœtus par portée.

Les nombres moyens moindres de petits par portée née (voir le tableau) en comparaison avec ceux trouvés dans les ultérus disséqués, s'expliquent par la perte d'un certain nombre de petits pendant l'accouchement.

En résumé, les souris sans queue et celles à queue courte suivent dans leur reproduction la formule mendélienne abrégée 2 : 1, caractéristique des caractères léthaux. La suppression du second groupe homozygote s'explique par la mort précoce des embryons que l'on trouve, sous forme de renflements, dans les utérus gravides disséqués avant terme. Le déficit de petits dans les croisements entre les souris normales et celles à queue raccourcie, s'explique également par la présence de fœtus avortés aussi bien dans ce groupe de cas que dans le précédent, tandis que dans les croisements entre les souris normales — du moins sur notre matériel — ces avortements n'ont pas été trouvés. Ces constatations semblent démontrer qu'il y a dans le phénomène de léthalité un élément quantitatif, qui dépend probablement de l'interaction du gène léthal avec le gène allélomorphe normal.

La séance est levée à $15^h 50^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE JUIN 1930 (*suite et fin*).

La mécanique ondulatoire et les nouvelles théories quantiques, par ARTHUR HAAS. Traduit de l'allemand par A. BOGROS et F. ESCLANGON. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1930; 1 vol. $18^{cm},7$.

Application de la géométrie à la stabilité des constructions. Tome II, par D. WOLKOWITSCH. In *Encyclopédie scientifique*. Paris, Gaston Doin et Cie, 1930; 1 vol. $17^{cm},6$.

Les statistiques quantiques et leurs applications, par LÉON BRILLOUIN. In *Recueil des Conférences-Rapports de documentation sur la Physique*. Paris, Presses universitaires de France, 1930; 2 vol. $24^{cm},5$.

Flore du Liban et de la Syrie, par L. BOULOUMOY. Texte et Atlas de 512 planches. Paris, Vigot frères, 1930; 2 vol. 33^{cm}.

Organisation de la recherche scientifique. Exposé des motifs. Création d'un service national de la recherche scientifique. Avant-projet de loi. Paris, Jean Belmont; 2 fasc. $24^{cm},3$. (Présenté par M. Perrin.)

Les substances radioactives sous l'effet du rayonnement solaire provoquent la pluie, par M[lle] STÉPHANIE MARACINEANU. Bucarest, Les Ateliers graphiques « Cultura Nationala », 1930; 1 fasc. $24^{cm},5$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AOUT 1930.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE TERMIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** dépose sur le bureau le Tome II des *Œuvres de Janssen*, publiées par M. H. DEHÉRAIN.

M. **A. LACROIX** dépose sur le bureau deux Mémoires :

1° *Remarques sur les matériaux de projection des volcans et sur la genèse des roches pyroclastiques qu'ils constituent*, sa contribution au Livre Jubilaire du Centenaire de la Société Géologique de France ;

2° *La constitution minéralogique et chimique des laves intrapacifiques* (*Pacifique central austral*), dans quoi il a résumé ses recherches présentées au Congrès scientifique du Pacifique, tenu à Java l'an dernier.

NÉCROLOGIE. — *Notice sur Achille Le Bel* (1), par M. **GEORGES URBAIN**.

Je retracerai brièvement ici en un pieux et modeste hommage à notre confrère Achille Le Bel, ce que je sais de l'homme, de sa vie et de son activité scientifique.

Après avoir acquis à l'École Polytechnique la forte culture mathématique qui fut la base solide de ses connaissances extrêmement variées et étendues, Le Bel prit la direction des usines de Pechelbronn dont il avait,

(1) Séance du 11 août 1930.

avec ses sœurs, hérité de son père. L'impulsion qu'il sut donner à cette exploitation de pétroles eut bientôt des suites heureuses. Le développement qu'elle a aujourd'hui en témoigne. C'est à ce propos qu'il développa ses connaissances de chimie, de physique et de géologie. Ces sciences le passionnèrent à tel point que, dix ans plus tard, il résolut, pour s'y consacrer exclusivement, d'abandonner l'industrie où s'étaient révélées ses brillantes qualités d'inventeur.

Il réalisa alors sa fortune et quitta l'Alsace pour s'installer définitivement à Paris, dans ce quartier intellectuel et tranquille qu'est la Montagne Sainte-Geneviève.

Après un court séjour au laboratoire de Balard, Le Bel, séduit par l'enseignement de Würtz, se rangea aux côtés de ce Maître et joua un rôle actif dans la lutte héroïque qui mettait alors aux prises les Équivalents et les Atomes. Le tempérament du jeune chimiste s'exaltait aux brillantes promesses de l'Atomisme renaissant. Son imagination en constant éveil se peuplait d'atomes liés les uns aux autres par les forces de leurs valences. Dans ce monde atomique nouveau et imagé que Würtz animait, Le Bel avait trouvé la féerie intellectuelle qui convenait à la forme objective et précise de son esprit. Mais il ne pouvait concevoir les molécules plates dont on se satisfaisait autour de lui. Il rêvait pour elles les trois dimensions de l'espace. Et parce qu'il avait du génie, il devait bientôt les leur attribuer.

Pasteur avait clos ses magnifiques recherches sur l'énantiomorphie cristalline par sa célèbre remarque sur la dissymétrie moléculaire, qui avait pour but d'expliquer le pouvoir rotatoire des corps dissous. Ce principe hantait l'esprit de Le Bel, qui s'efforçait de l'appliquer par le truchement des formules de constitution de la jeune école chimique.

Si ces formules ne se bornaient pas à symboliser la possibilité des réactions dites fonctionnelles, si elles atteignaient la structure réelle des molécules, elles devaient trahir la dissymétrie moléculaire que Pasteur avait rendue responsable du pouvoir rotatoire, mais dont ce grand homme n'avait pu parler qu'en termes abstraits.

La solution de ce beau problème devait être donnée partiellement par Van't Hoff, complètement par Le Bel, l'un en Hollande, l'autre à Paris et presque simultanément.

L'activité optique devenait tributaire, dans les composés organiques, de l'asymétrie de formules à trois dimensions dans lesquelles les radicaux liés aux carbones se trouvaient aux sommets de tétraèdres virtuels, à l'intérieur desquels les atomes de carbone eux-mêmes orientaient les forces d'attrac-

tion de leurs valences. Van't Hoff avait considéré le carbone asymétrique et le tétraèdre régulier comme suffisants. Le Bel démontra par l'exemple de l'acide mésotartrique qu'il n'en était rien, puisque cet acide est inactif et qu'il renferme deux carbones asymétriques. Il nia même — ce que l'expérience a justifié depuis — que l'asymétrie du carbone soit toujours nécessaire, et il considéra le tétraèdre régulier seulement comme la solution la plus simple d'un problème qui pouvait en admettre bien d'autres.

Dans la notice de ses travaux, qu'il a rédigée de main de maître, Le Bel a présenté son système stéréochimique comme une géométrie dont le monde atomique est astreint à suivre les théorèmes; il a donné de ceux-ci le logique enchaînement. Il est admirable qu'il l'ait fait sans omission et sans que l'avenir ait eu à y apporter la moindre retouche.

Tel est le monument presque unique dans l'histoire des sciences que ce savant de haute lignée a légué aux générations, alors qu'il avait à peine 30 ans. Tel est le titre qui a rendu son nom impérissable. Fondateur d'une science devenue classique et qui a rendu et rendra indéfiniment à la Science d'inestimables services, Le Bel a porté très haut dans le monde le renom scientifique de son pays. Sa perte sera douloureusement ressentie dans le monde entier par tous ceux qui connaissent les principes de la stéréochimie et que de tels chefs-d'œuvre de science peuvent émouvoir.

Les conséquences de cette invention sont dès maintenant incalculables. Inextricable la question chimique des sucres — et bien d'autres du domaine de la biochimie et de la chimie pure — sans cette stéréochimie que Le Bel a créée de toutes pièces autant de son esprit que de ses mains. Car il a illustré lui-même ses théorèmes par des faits indiscutables qu'il a su choisir absolument démonstratifs. Il a fait mieux, ayant lui-même généralisé sa doctrine en montrant qu'elle est applicable aussi bien à l'azote qu'au carbone. Or les difficultés expérimentales relatives à l'azote sont considérables et s'accumulent lors de la séparation nécessaire des isomères optiques.

Cette généralisation a d'ailleurs fait, depuis, bien du chemin, puisqu'elle s'étend aujourd'hui à la chimie d'une quinzaine d'éléments dont la plupart ne figurent pas dans la constitution des substances élaborées par la vie. Nul ne peut douter aujourd'hui que les principes de Le Bel ne dominent la Chimie tout entière.

La faculté qu'avait Le Bel de voir dans l'espace sans le secours du tableau noir ou du papier était surprenante. Il voyait sans les tracer les figures les plus compliquées, et savait y saisir ceux des rapports que l'expérience pouvait le plus aisément contrôler. C'est pourquoi il ne cultiva guère que l'expérience cruciale, la seule qui réponde par oui ou par non aux sug-

gestions de la raison ou de l'intuition créatrices. Cette méthode, qu'il devait peut-être à sa culture mathématique, domine toute son œuvre et en éclaire les diverses particularités.

Pour bien comprendre le savant que fut Le Bel, il faut tenir encore largement compte des extraordinaires succès qui consacrèrent une réputation universelle à l'âge où, dans une science telle que la chimie, chaque chercheur ne fait guère que poursuivre son apprentissage. Bien qu'il ne se soit jamais départi de la modestie et de la simplicité qui conviennent aux esprits réellement supérieurs, il ne voulut jamais rien publier qui ne fût d'une originalité vraie ou dont les conséquences manquaient de portée.

C'est ainsi, que durant dix ans, il s'efforça de relier les formes cristallines aux structures moléculaires, refusant aux sollicitations de ses amis de publier ceux de ses résultats qu'il jugeait sans importance, ou qui ne cadraient pas avec les idées qu'il s'était faites au préalable. Ceux qui l'ont connu à cette époque doivent se souvenir du clair laboratoire où il avait accumulé des préparations d'innombrables amines, dont patiemment il faisait cristalliser les sels pour comparer les angles de leurs cristaux. C'était rue Amyot, dans une maisonnette entourée d'un jardinet dont Le Bel soignait attentivement les fleurs.

Lorsqu'il quitta ce coin calme du vieux Paris oublié derrière le Panthéon pour s'installer dans son immeuble de la rue Saint-Jacques, il regrettait moins ses cristaux, qui l'avaient déçu, et qu'il donna un jour en bloc à un cristallographe ami, que ses fleurs qui ne pouvaient le décevoir.

Ne pouvant transformer en jardin la cour, dont il avait fait un puits de 45^{m} de profondeur pour y percer une galerie à température absolument invariable, il cultiva ses fleurs sur une terrasse qui devint bientôt un jardin botanique suspendu. Il y cultiva même des algues dans un aquarium, et eut la passagère fortune d'en découvrir une qui fixait l'azote de l'air. L'algue ne résista pas au régime des expériences, et n'ayant pu la retrouver, Le Bel a créé à la Société Chimique un prix pour la fixation de l'azote par les plantes aquatiques. L'intérêt biochimique général que présente un tel genre de phénomènes est évident. S'il a laissé à d'autres le soin de résoudre ce problème, c'est que son esprit était préoccupé d'une question d'une toute autre envergure.

Le Bel ne pouvait se résoudre à admettre les conséquences pessimistes relatives aux destinées de notre Univers, que certains se sont crus en droit de déduire du Principe de Carnot. D'autre part l'ingénieur Tissot avait habilement plaidé la nécessité d'un rayonnement interstellaire suscep-

tible, pensait Le Bel, de maintenir l'énergie du système solaire à son niveau. Pour qu'il en soit ainsi, ce rayonnement devait pouvoir traverser d'énormes épaisseurs de substances matérielles, qui, en absorbant partiellement ce rayonnement, devaient le transformer en chaleur.

Le Bel se proposa donc de mettre, par voie expérimentale, en évidence le susdit rayonnement. On conçoit qu'à l'échelle des expériences de laboratoire l'ordre de grandeur des quantités de chaleur libérée dans un phénomène de ce genre soit très petit, en dépit de l'importance des conséquences générales qu'on en pouvait tirer. Il fallait l'intrépidité de Le Bel et sa foi tenace pour se risquer à une entreprise aussi hérissée d'évidentes difficultés expérimentales. Ce travail gigantesque et ingrat absorba durant plus de 20 années l'activité surprenante d'un chercheur de cet âge. Familier de son laboratoire, j'étais au courant de ses idées et de ses expériences et il provoquait — disait-il — à son profit mes objections. Lorsque, à la fin de sa vie, il se décida à rédiger un Mémoire d'ensemble, il me fut à peu près impossible de suivre sa pensée, tant il empruntait à des sciences différentes les arguments nécessaires à sa thèse. Craignant que la plupart de ses lecteurs éventuels fussent dans mon cas, je n'hésitai pas à lui en faire la remarque. Il me répondit qu'il n'y pouvait rien, et qu'il n'avait d'autre tort que de vivre à une époque où, la spécialisation étant jugée nécessaire, les esprits les mieux doués manquaient de culture générale.

Cette remarque achève de le peindre. L'individualisme était l'une de ses dominantes. Il travaillait sans aucune ambition personnelle et seulement pour satisfaire son inlassable curiosité des phénomènes de la nature, sur lesquels s'exerçait constamment sa pensée. Entre le monde extérieur et lui il ne souffrait pas d'intermédiaires. C'était sa force et ce fut aussi sa principale faiblesse. La solitude où il vivait — il n'eut guère qu'un seul disciple, M. Freundler, qui ne travailla que quelques années à ses côtés — ne pouvait qu'exacerber, dans un sens peu favorable à ses succès, le tour original et audacieux de son esprit.

Ne regrettons ni cet excès d'originalité ni cet excès d'audace, puisque nous leur devons cette belle science qu'est la stéréochimie. Cet homme qui, dans sa vie scientifique et dans sa vie privée, s'isola dans de hautes pensées, qui renonça à développer sa fortune pour se consacrer à la recherche désintéressée, qui jamais ne brigua de situations ou d'honneurs, fut d'une qualité exceptionnelle.

Et si le rêve tenait dans son esprit la large place que son regard lointain laissait deviner, il avait cependant, moins peut-être en ce qui le concernait

qu'en ce qui concernait les hommes et les choses, un sens aigu des réalités. Ses amis ont pu apprécier la clairvoyance de ses prévisions, la sûreté de ses jugements dans l'ordre pratique, et l'excellence de ses conseils.

Il fallait le bien connaître pour suivre sans s'égarer la logique de ses raisonnements. C'est qu'il parlait aux autres comme il l'eût fait à lui-même, en négligeant tout ce qui lui semblait trop évident. L'indifférence de la forme, l'originalité du fond, jointes à une extrême mobilité d'images déconcertaient souvent et éloignaient de lui ceux qui n'étaient pas prévenus en sa faveur. On ne peut expliquer autrement la résistance que lui opposa l'Académie il y a quelque trente ans. Quant aux pouvoirs publics, ils ignoraient tout simplement ce fondateur d'une science, et ils étaient loin de se douter qu'il avait puissamment contribué à assurer au dehors le renom de la science française.

Il n'a pas fait un geste pour provoquer les honneurs qui, le temps aidant, lui furent accordés trop tardivement à la fin même de sa vie, alors qu'il en avait reçu, depuis trente ans, de tous les pays où la science est florissante.

Je connais bien des traits d'une sensibilité et d'une générosité qu'il ne voulait pas laisser paraître, et dont je ne dirai rien pour respecter le souci qu'il avait de ne faire connaître de lui que le côté purement intellectuel.

BIOLOGIE AGRICOLE. — *Sur un hybride autofertile d'Ægilope et de Blé* (Ægilops ovata *L.* × Triticum dicoccum *Schub. var.* Ajar *Percival*). Note de M. **Louis Blaringhem.**

L'origine des Blés cultivés ne peut être établie par la seule étude des documents historiques, d'ailleurs peu nombreux et d'une interprétation délicate. C'est plutôt par la comparaison des caractères et par l'examen des résultats des croisements entre les formes les plus anciennement connues et les mieux définies par quelques caractères singuliers que l'on peut espérer obtenir une solution à ce problème. Il est certain qu'il n'y a pas eu une souche unique des Blés cultivés et l'intervention probable de genres bien différents des *Triticum*, qui donnent avec lui des hybrides fertiles, tels que *Secale*, *Ægilops, Haynaldia* m'a engagé à porter mes efforts sur la réalisation des hybrides intergénériques. Et même si les expériences de génétique ne donnent que des indications sur ce qui pût être réalisé aux débuts de la culture du Blé, elles fournissent des règles pour le perfectionnement de cette Céréale par le renouvellement des lignées, par l'obtention

de races plus résistantes aux maladies, par l'acquisition de variétés agricoles moins exigeantes et plus productives que celles dont on dispose actuellement ou même et surtout par la découverte de sortes à qualités boulangères.

Ces études ont pris un essort tout nouveau avec la réussite inattendue de croisements entre espèces de *Triticum* fort éloignées. Ainsi j'ai réalisé, le premier, en 1910, le croisement de l'Engrain (*Triticum monococcum* L.) avec les Blés durs (*Tr. durum* et *polonicum*) et j'en ai obtenu un Blé à rendements satisfaisants *Tr. monodurum* Bl. (1) dont la farine est très riche en matière azotée. Depuis (2) j'ai montré les divergences fondamentales qui existent entre le *Triticum monococcum* même spontané et le *Trit. dicoccoïdes* Körn., forme sauvage apparentée aux Froments (*Tr. vulgare* V.); un peu plus tard (3) j'ai établi l'identité spécifique entre les Engrains (*Tr. monococcum* L.) et une mauvaise herbe sauvage commune en Grèce *Tr. ægilopoïdes* Balansa. Ces résultats n'étaient pas tout à fait inattendus et j'en avais préparé la démonstration dans un Mémoire *Valeur spécifique des divers groupements de Blés* (4) paru en mars 1914; ils ont été depuis confirmés et complétés par les travaux de Vavilov et Jakushina (1925), Melburn et Thompson (1927). Le point sur lequel je veux insister aujourd'hui c'est qu'à l'encontre de la plupart des résultats obtenus dans les croisements de Froments à génétique compliquée, les croisements en question rentrent dans la catégorie des hybridmutations typiques, telles que je les ai définies dans mon ouvrage *Les Problèmes de l'hérédité expérimentale* (1919). Il faut, pour obtenir une certaine sécurité dans les résultats, utiliser comme points de départ, soit des formes sauvages, soit des variétés cultivées très anciennes et bien définies.

C'est ce qui m'a fait adopter depuis 1921 comme progéniteur de Blés à qualité boulangère appréciée, le préférant même au célèbre Blé de Manitoba très instable, une forme curieuse nommée par M. J. Percival (1921) *Triticum dicoccum* Schubeler var. *Abyssinicum*, qui serait le *Tr. Arras* Hochst. et originaire d'Abyssinie (1848), très voisin sinon identique au Blé hindou *Kapli* des provinces de Madras, Bombay et Mysore; M. Percival en fait un *dicoccum*, groupe instable et peu naturel; il insiste sur ses affinités avec le *Tr. dicoccoides* Körn. et laisse entendre par là qu'il aurait des affi-

(1) *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 346.
(2) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 218.
(3) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 225.
(4) *Mémoires du Laboratoire de Biologie agricole de l'Institut Pasteur*. I, 1914, 100 pages, 12 figures et 2 planches.

nités avec les *Spelta* et les *vulgare*. Or par les grains, par les résultats de son croisement avec les *Tr. durum*, *turgidum* et *Monodurum*, *Tr. abyssinicum* doit être rapproché des *durum*, malgré sa précocité exceptionnelle, sa paille courte résultant selon moi de son habitat naturel, les montagnes de l'Abyssinie. Les formes décrites par M. Percival donnent des grains rouge pâle; la lignée que je possède *Tabor abyssinicum* fournit des grains rouge pourpre presque noirs, dont la couleur anthocyane développée dans le péricarpe est éliminée avec le son; le poids moyen des grains est de 52^{mg}; les épis barbus, rougeâtres avant la maturité, deviennent blanc sale à l'époque de la récolte sur des chaumes de 60 à 80^{cm}; les épillets se détachent les uns des autres et renferment toujours deux beaux grains et parfois un troisième grain dont le poids moyen oscille entre 35 et 40^{mg}; cette particularité et la facilité avec laquelle les grains sortent des glumes molles en font un Blé bien différent des *dicoccum* classiques.

J'ai obtenu par la fécondation d'environ 30 épillets castrés d'*Ægilops ovata* L. par le pollen de *Tabor abyssinicum* Bellevue, 9 grains hybrides de belle apparence plus 7 grains ridés et morts nés, ce qui est une réussite remarquable. Les grains semés sur couche le 3 mars 1930 ont fourni 9 plantes identiques très vigoureuses avec une moyenne de 7 à 12 chaumes dont la maturité fut rapide malgré la saison et exceptionnellement rapide pour un hybride *Ægilops* × *Triticum*, puisque la récolte fut possible dans les premiers jours d'août. Les chaumes, feuilles et épis avaient pris au cours du mois de juillet une teinte rouge pourpre qui s'est maintenue jusqu'à la dessiccation et, malgré la force des souches, peu de rejets se sont développés après la coupe des premiers chaumes mûrs. Ces particularités sont incontestablement liées à la précocité naturelle du Blé *Tabor abyssinicum*; elles ont contribué certainement à l'évolution normale des organes sexuels des dernières fleurs formées. Car cet hybride est, contrairement à la règle des croisements *Ægilops* × *Triticum*, autofertile.

En fait, les fleurs des épis principaux, et je puis même affirmer, les fleurs de base droite et gauche de tous les épillets récoltés en août sont autostériles; les seuls grains obtenus proviennent de fécondations artificielles par l'apport régulier et presque journalier d'étamines prélevées sur des épis paternels *Tabor abyssinicum*. Les grains ainsi obtenus furent peu nombreux, à peine 1 par 3 épis en moyenne, presque toujours dans les épillets de base ou de l'extrême pointe; il est probable qu'avec un été moins pluvieux les résultats eussent été meilleurs; les étamines de ces épillets, courtes et jaunâtres, ne renfermaient pas de bon pollen comme c'est la règle.

Bien que les opérations de fécondation artificielle n'aient porté que sur les fleurs latérales, à la base de chaque épillet, j'ai obtenu cependant des grains à partir des fleurs de troisième ordre; le cas le plus remarquable est celui de l'unique épillet fécondé d'un épi dont j'ai obtenu trois grains pesant respectivement 45,44 et 22^{mg}. Le plus souvent le poids des grains de la base des épillets hybrides oscille entre 39 et 25^{mg}, intermédiaire entre celui des parents (55^{mg} et 20^{mg}); l'intervention par xénie du pollen paternel à grains lourds élève la moyenne pour les grains pleins, mais bon nombre de grains de forte taille sont ridés à la dessiccation et pèsent de 25 à 30^{mg}. Par contre, tous les grains récoltés dans la troisième fleur des épillets sont petits, légers quoique pleins, avec les poids respectifs : 15 et 14^{mg} obtenus sur le même épi, 11^{mg}, 11 et 10^{mg} sur le même épi, 5^{mg}; soit au total 7 grains développés sans pollinisation artificielle pour environ 150 fleurs. La proportion des fleurs fertiles de troisième ordre dépasse donc de beaucoup celle des fleurs fertiles de premier et de deuxième ordre, proportion qui n'atteint pas 3 pour 100 même avec pollinisation artificielle.

Je ne puis affirmer que toutes les fleurs de troisième ordre ont donné des grains par autofécondation, car les blés et seigles voisins ont pu et ont dû intervenir comme le fait s'est produit dans les champs pour l'*Ægilops spælteformis* de Fabre; mais en cette fin du mois d'août toutes les céréales sont récoltées ou ne donnent plus de pollen et sur les rejets tardifs de l'hybride *Ægilops ovata* × *Tr. abyssinicum* j'ai prélevé des étamines jaunâtre clair renfermant des grains de pollen nucléés et capables de germer; j'ai trouvé aussi des ovaires gonflés à stigmates ridés qui trahissent la fécondation récente. Ces diverses coïncidences prouvent que les grains des fleurs de troisième ordre et de petite taille, dont le poids oscille entre 5 et 15^{mg}, sont pour la plupart le résultat de l'autofécondation.

S'il en est ainsi, et les cultures ultérieures confirmeront ou infirmeront ces déductions, j'aurai fourni *le premier exemple* bien établi *d'hybride autofertile* à partir des genres *Ægilops* et *Triticum*. M. le Professeur Erich Tschermak de Vienne, qui s'occupe depuis seize ans des croisements d'*Ægilops* et de *Triticum* a sans doute déjà obtenu des résultats analogues; mais je n'ai pu trouver dans son Mémoire [1] aucun fait concernant la probabilité d'une autofécondation en (F_1).

En plus de ce résultat nouveau, la série d'observations faites sur *Ægilops*

---

(1) E. Tschermak, *Ueber seltene Weizen und Haferbastarde und Versuche ihre praktischen Verwertung* (*Beiträge zur Pflanzenzucht*, 10, 1929, p. 74-81).

ovata × *Triticum abyssinicum* confirme diverses règles énoncées antérieurement, en particulier l'augmentation de fertilité chez (F_1) des pousses tardives et des chaumes non pléthoriques constatée chez *Ægilops ventricosa* × *Triticum turgidum* [1] et j'ajoute, augmentation de fertilité des dernières fleurs formées dans les épillets de l'hybride. J'y trouve aussi la confirmation d'une règle notée sur mes hybrides de blé et seigle [2] à savoir que la fertilité récupérée des hybrides intergénériques est corrélative de la maturation en mosaïque, de la lignification locale des tissus, fait qui est plus accentué et mieux visible dans notre hybride *Ægilops ovata* × *Tr. abyssinicum*. L'absence de maturation des tissus stériles est bien marquée par la persistance prolongée, jusqu'après la récolte, des Anthocyanes développées dans le parenchyme chlorophyllien des épis et des chaumes. Dans une prochaine Communication je montrerai que la race très ancienne et bien définie par des grains rouges *Triticum abyssinicum* appartient par ses réactions génétiques au groupe des *durum* et *abyssinicum* et non à celui des *vulgare* et *dicoccoïdes* comme l'admet M. Percival.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quelques observations d'électricité atmosphérique en Indochine*. Note de M. **A. Yersin**.

Ces observations ont été faites en Annam, à Nhatrang, sur le bord de la mer.

L'instrument utilisé était un électromètre bifilaire de Wulf, relié par un fil conducteur d'une dizaine de mètres à une canne de un mètre de hauteur, fixée dans le sol et correctement isolée. Je pouvais adapter à cette canne deux rallonges de un mètre, ce qui me permettait des prises de potentiel du champ électrique à 1^m, 2^m, et 3^m au-dessus du sol.

Comme égaliseur de potentiel, j'ai utilisé d'abord des mèches en ignition, puis des électrodes au radium; ces dernières sont beaucoup plus pratiques et donnent plus rapidement les mêmes résultats que les mèches.

Pendant une année d'observation (juillet 1929 à juillet 1930), j'ai pris trois fois par jour : à 7^h, 13^h et 17^h, le potentiel du champ électrique à 1^m, 2^m et 3^m au-dessus du sol, chaque fois que le temps l'a permis.

---

(1) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 807 et *Bulletin biologique France et Belgique*, **60**, 1926, p. 343-368.

(2) *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 1049.

Voici, en volts par mètre, les résultats moyens mensuels observés pendant les journées de beau temps de cette période de douze mois :

Juillet 1929	96	Janvier 1930	85
Août	111	Février	104
Septembre	103	Mars	103
Octobre	90	Avril	94
Novembre	82	Mai	87
Décembre	91	Juin	93

Il ne paraît pas y avoir de différences saisonnières marquées. La moyenne des douze mois est de 95 volts par mètre.

J'ai noté à 1^m, 91 volts; à 2^m, 186 volts, soit 95 volts de 1 à 2^m; à 3^m, 285 volts, soit 99 volts de 2 à 3^m (moyennes de toutes les observations).

Le potentiel (volts par mètre) paraît augmenter avec la hauteur, au moins jusqu'à 3^m au-dessus du sol.

Suivant les heures des observations, j'ai calculé :

Moyenne des observations : à 6^h, 82 volts; à 13^h, 94 volts; à 17^h, 102 volts.

Les fortes rosées ont une action considérable sur le champ électrique à 6^h du matin. Ainsi, pendant les mois de février, mars, avril et mai 1930, les moyennes ont été, le matin à 6^h :

Jours sans rosée ou rosée faible	71 volts par mètre
Jours de forte rosée	165 »

A la suite des chutes de pluies, il se produit, presque toujours, de fortes élévations de potentiel. Exemple :

25 juillet 1929 : Pluie orageuse à Nhatrang au commencement de l'après-midi. A 17^h l'électromètre indique + 400 volts par mètre.

1er septembre 1929 : Pluie les 30 et 31 août. Le 1er septembre à 6^h du matin + 300 volts par mètre.

9 septembre 1929 : A 6^h + 340 volts par mètre. Pluie la veille dans la soirée.

15 septembre 1929 : Pluie orageuse dans la nuit du 14 au 15; le 15 à 6^h du matin, + 330 volts par mètre.

31 mai 1930 : Orage et pluie à Nhatrang vers 15^h; à 17^h, + 430 volts par mètre.

24 juin 1930 : Pluie la nuit du 23 au 24; le 24 à 6^h, + 335 volts par mètre.

Pendant la saison d'été, des orages se forment fréquemment à l'Ouest, au fond de la vallée de Nhatrang, limitée et dominée par la chaîne annami-

tique, qui atteint 2000^m d'altitude dans cette région. A vol d'oiseau, la distance entre le bord de la mer et le fond de la vallée est de 50^{km} environ.

Dans les heures qui précèdent la formation des orages, lorsque les cumulo-nimbus commencent à s'élever au-dessus des montagnes, l'électromètre ne réagit pas à Nhatrang; le potentiel est plutôt bas.

Quand l'orage a éclaté et bien qu'il soit encore extrêmement loin (40 et 50^{km}), le potentiel (+) s'élève graduellement et chaque décharge lointaine est marquée par un mouvement brusque, comparable à un crochet, des fils de l'électromètre; il marque neuf fois sur dix une chute du potentiel vers le zéro, rarement une élévation du potentiel dans le sens positif. La valeur de ces écarts dépend naturellement de la distance qui sépare l'électromètre du centre orageux. Elle peut varier entre une dizaine de volts et plusieurs centaines de volts.

Lorsque l'orage se rapproche et que l'on commence à entendre le tonnerre, les crochets augmentent d'amplitude et prennent même l'apparence zigzaguée des éclairs; la chute ou l'augmentation du potentiel est toujours très brusque; il faut ensuite quelques secondes pour que les fils de l'électromètre reviennent à l'écartement primitif.

Si l'orage atteint Nhatrang, le potentiel, qui s'était élevé à plusieurs centaines de volts (+) par mètre, passe rapidement à des valeurs négatives correspondantes et s'y maintient, en général, jusqu'à la fin de la pluie. Il redevient alors fortement positif pour une durée de plusieurs heures, comme je l'ai indiqué plus haut à propos de l'influence des pluies sur le potentiel électrique de l'air.

J'ai pu observer, dans quelques rares occasions, l'action de la houle sur la valeur du champ électrique au bord de la mer.

Ainsi, le 20 septembre 1929, il y avait, dans la mer de Chine, un typhon pas très éloigné de Nhatrang : ciel couvert, calme absolu ou brise très faible venant de la mer, houle énorme se brisant sur la plage.

Vers 13^h, alors que je faisais mes lectures habituelles du potentiel à 1^m, 2^m et 3^m au-dessus du sol, j'ai observé une ondulation rythmée du potentiel, correspondant nettement à celle de la houle. Son amplitude était de 50 volts à 100 volts. Cette ondulation paraissait plus marquée à 3^m au-dessus du sol qu'à 2^m ou 1^m. J'ajoute que la distance entre le pied de la canne et le rivage même de la mer était de 40^m.

J'espère pouvoir poursuivre ces études et les étendre aux diverses stations d'altitude de l'Institut Pasteur en Indochine.

CORRESPONDANCE.

ALGÈBRE. — *Sur un théorème de M. Hasse.* Note de M. **Cl. Chevalley**, transmise par M. Hadamard.

Tout récemment a été développée la théorie des extensions abéliennes des corps de nombres $\mathfrak{p}$-adiques, d'une manière parfaitement parallèle à la théorie du corps de classes (1). D'autre part M. Hasse a démontré le théorème suivant (2) :

Soient k un corps de nombres algébriques, K *un sur-corps quelconque de k,* G *un sur-corps abelien de k, corps de classes pour un groupe d'idéaux* H *de k. Le corps composé* GK *est corps de classes sur* K *pour le groupe des idéaux de* K *dont la norme par rapport à k tombe dans* H.

Nous nous proposons de montrer que ce théorème s'étend à la théorie des corps de nombres $\mathfrak{p}$-adiques :

Soit k un corps de nombres algébriques, $\mathfrak{p}$ un idéal premier de ce corps, $\overline{k}$ le corps des nombres $\mathfrak{p}$-adiques de k, $\overline{\mathrm{K}}$ une extension finie quelconque de $\overline{k}$, $\overline{\mathrm{G}}$ une extension abélienne de $\overline{k}$, $\overline{\mathrm{H}}$ le groupe associé à $\overline{\mathrm{G}}$ dans $\overline{k}$. Le groupe associé dans $\overline{k}$ au corps $\overline{\mathrm{G}}\overline{\mathrm{K}}$ est le groupe des nombres de $\overline{\mathrm{K}}$ dont la norme par rapport à $\overline{k}$ tombe dans $\overline{\mathrm{H}}$.

Désignons par $\overline{\mathrm{H}}'$ le groupe des nombres de $\overline{\mathrm{K}}$ dont la norme par rapport à $\overline{k}$ est dans $\overline{\mathrm{H}}$, et par $\overline{\mathrm{H}}^\star$ le groupe associé à $\overline{\mathrm{G}}\overline{\mathrm{K}}$ dans K. On a évidemment $\overline{\mathrm{H}}^\star \leqq \overline{\mathrm{H}}'$. Pour démontrer que $\overline{\mathrm{H}}' \leqq \overline{\mathrm{H}}^\star$ prenons dans $\overline{\mathrm{H}}'$ un nombre B. Remarquons qu'il existe deux sur-corps K, G de k tels que

$$\overline{\mathrm{K}} = \mathrm{K}\overline{k}, \qquad \overline{\mathrm{G}} = \mathrm{G}\overline{k}$$

et que G soit abelien sur k(3). Désignons par $\mathfrak{f}$ le conducteur du groupe H

(1) Voir Hasse, *Die Normenresttheorie relativ-Abelscher Zahlkörper als Klassenkörpertheorie im kleinen* (*Journal de Crelle*, 162, 1930, p. 145), et Schmidt, *Zur Klassenkörpertheorie im kleinen* (*Journal de Crelle*, 162, 1930, p. 155).

(2) Voir Hasse, *Ein Satz über relativ Galoissche Zahlkörper und seine Anwendung auf relativ-Abelscher Zahlkörper* (*Mathem. Zeits.*, 31, 1930, p. 559).

(3) Voir l'article cité de Schmidt.

d'idéaux de k pour lequel G est corps de classes, par $\mathfrak{f}_{\mathfrak{p}}$ la participation de $\mathfrak{p}$ à $\mathfrak{f}$.

Soit $\mathfrak{P}_1, \mathfrak{P}_2, \ldots, \mathfrak{P}_r$ les divers facteurs premiers de $\mathfrak{p}$ dans K. Le corps $\overline{K}$ est corps de nombres $\mathfrak{P}_1$-adiques. Soit e le plus grand des exposants des $\mathfrak{P}_i$ dans $\mathfrak{p}$, et soit n un entier quelconque plus grand que l'exposant de $\mathfrak{p}$ dans $\mathfrak{f}$. On peut prendre dans K un nombre B tel que

$$B \equiv \overline{B}(\mathfrak{P}_1^{ne}), \qquad B \equiv 1\,(\mathfrak{P}_2^{ne}\,\mathfrak{P}_3^{ne}\ldots\mathfrak{P}_r^{ne}), \qquad B \equiv 1\left(\frac{\mathfrak{f}}{\mathfrak{f}_{\mathfrak{p}}}\right).$$

Si l'on pose $\beta = N_K^k(B)$ on voit facilement que

$$\beta \equiv N_{\overline{K}}^{\overline{k}}(\overline{B})\,(\mathfrak{p}^n), \qquad \beta \equiv 1\left(\frac{\mathfrak{f}}{\mathfrak{f}_{\mathfrak{p}}}\right)$$

et, par suite, $\mathfrak{f}_{\mathfrak{p}}$ étant le conducteur de $\overline{H}$, β est dans $\overline{H}$. Donc $\left(\frac{\beta,\, G}{\mathfrak{p}}\right) = 1$. Or, posons $B = \mathfrak{P}_1^{\lambda}\mathfrak{B}$, $(\mathfrak{B}, \mathfrak{p}) = 1$. On en déduit $\beta = N_K^k(\mathfrak{P}_1^{\lambda})\,N_K^k(\mathfrak{B})$, et, d'après la définition du symbole $\left(\frac{\beta,\, G}{\mathfrak{p}}\right)$, on a $\left(\frac{G}{N_K^k(\mathfrak{B})}\right) = 1$. Donc l'idéal $N_K^k(\mathfrak{B})$ est dans H, et, d'après le théorème de M. Hasse, l'idéal $\mathfrak{B}$ est dans le groupe d'idéaux K pour lequel KG est corps de classes. Le conducteur de ce groupe étant un diviseur de $\mathfrak{f}$, on a

$$\left(\frac{B,\, KG}{\mathfrak{P}_1}\right) = 1.$$

Donc B est dans le groupe associé dans $\overline{K}$ à $\overline{KG}$, et *a fortiori* dans le groupe associé à $\overline{K}\,\overline{G}$. Ce groupe étant groupe de congruence, on peut choisir n assez grand pour que $\overline{B}$ y soit aussi, ce qui achève la démonstration du théorème.

Il en résulte que $\overline{K}$ étant une extension finie quelconque d'un corps de nombre $\mathfrak{p}$-adique $\overline{k}$, et $\overline{H}$ le groupe associé à $\overline{K}$ dans $\overline{k}$, le sur-corps abélien de $\overline{k}$ défini par $\overline{H}$ est le plus grand corps compris entre $\overline{k}$ et $\overline{K}$ et abélien sur $\overline{k}$. Dans une prochaine Note nous tirerons parti de ce fait pour généraliser la théorie des restes normiques.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Application des notions de convexité et de contingent à l'obtention de certains critères de dénombrabilité.* Note de M. **Georges Durand**.

Soit Φ un ensemble de demi-droites (ou *rayons*) issues d'un même point M. Nous dirons que Φ est un faisceau *convexe* s'il existe un plan P passant en M et tel qu'il n'y ait pas des rayons de Φ de part et d'autre de P; la convexité sera *stricte* s'il existe un tel plan P ne contenant aucun rayon de Φ; dans le cas contraire, elle sera *large*. — On a ces propriétés simples :

A. *Si Φ est un faisceau strictement convexe, tout plan passant par* M *possède un angle $\geqq 2$ droits de sommet* M *et ne contenant aucun rayon de Φ.*

B. *Si Φ est un faisceau fermé largement convexe, tout plan passant en* M : *ou bien a des rayons de Φ de part et d'autre de lui, ou bien contient plusieurs rayons de Φ de telle façon que le plus grand angle de sommet* M *ne contenant aucun de ces rayons soit $\leqq 2$ droits, et il y a toujours au moins un plan qui satisfait à la seconde éventualité.*

La notion de *contingent* est due à M. Georges Bouligand qui en a tiré diverses applications (¹). Le contingent $\tau(M)$ en un point d'accumulation M d'un ensemble E de l'espace euclidien à n dimensions est le système *fermé* des *demi-tangentes* MT en M, c'est-à-dire des demi-droites MT auxquelles on peut associer une suite infinie de points $\{M_i\}$ de E, tous distincts et tendant vers M de manière que les angles M_iMT tendent vers zéro.

Cela posé, j'établis cette importante proposition :

Théorème général. — *Un ensemble borné, tel que le contingent $\tau(M)$ en chaque point d'accumulation* M *soit strictement convexe, est un ensemble dénombrable.*

La démonstration devant être développée ailleurs, je me borne à en indiquer le principe. Le contingent $\tau(M)$, étant fermé, est contenu dans un cône circulaire d'angle au sommet $\alpha(M) < \pi$. Soient un angle $\alpha_0 < \pi$ et un ensemble E_0 dont le contingent $\tau(M)$ est contenu dans un cône circulaire d'angle au sommet $\alpha(M) < \alpha_0$; je prouve qu'à tout point de E_0 on peut associer un secteur sphérique tel que deux de ces secteurs, associés à des points distincts, n'aient en commun aucun point intérieur, ce qui établit la dénombrabilité de E_0. Choisissant alors une suite d'angles $\{\alpha_i\}$ qui tendent

(¹) G. Bouligand, *Sur quelques points de méthodologie géométrique* (*Revue générale des Sciences*, 41, 1930, p. 39).

vers π en croissant, j'obtiens mon théorème général qui, en tenant compte de (B), peut encore s'énoncer :

Si un ensemble borné est non dénombrable, il possède au moins un point M *tel que tout plan passant en* M : *ou bien a des demi-tangentes* MT *de part et d'autre de lui, ou bien contient plusieurs demi-tangentes* MT *et le plus grand angle de sommet* M *ne contenant aucune de ces demi-tangentes est* $\leqq 2$ *droits.*

Cas particuliers. — I. *Un ensemble borné, dont le contingent est formé partout de deux demi-droites non opposées, est dénombrable*, car un tel contingent est un faisceau strictement convexe.

II. *Un ensemble borné, dont le contingent en tout point d'accumulation se réduit à une demi-droite, est dénombrable.*

Citons quelques applications :

Courbes de Jordan. — *a. Soit une courbe de Jordan, plane ou gauche, rectifiable ou non, ayant partout une demi-tangente antérieure et une demi-tangente postérieure : les points de cette courbe où manque la tangente* (c'est-à-dire : où les deux demi-tangentes ne sont pas opposées) *forment un ensemble dénombrable.*

b. Considérons une courbe rectifiable Γ, plane ou gauche; on sait, d'après un théorème classique de M. Henri Lebesgue, que les points de Γ sans tangente forment un ensemble de mesure nulle; parmi ces points, ceux où le contingent est un faisceau strictement convexe constituent un ensemble dénombrable.

Courbes d'ordre fini. — L'énoncé (*a*) s'applique aux courbes simples de Jordan coupées par un plan en un nombre fini (mais non nécessairement borné) de points, M. G. Bouligand ayant démontré qu'une telle courbe admet partout une demi-tangente antérieure et une demi-tangente postérieure [1].

Courbes planes $\mathcal{C}$. $\mathcal{M}$. — Il s'applique aussi aux courbes planes, généralisant les courbes convexes, par tout point desquelles on peut faire passer un cercle de rayon constant n'enfermant intérieurement aucun point de la courbe; j'ai établi précédemment pour ces courbes que le contingent en chaque point se réduit à deux demi-droites [2].

Surfaces $\mathcal{C}$. $\mathcal{M}$. — En étudiant les surfaces $\mathcal{C}$. $\mathcal{M}$. (par tout point

---

(1) G. Bouligand, *Sur l'existence des demi-tangentes à une courbe de Jordan* (*Fundamenta Mathematicae*, 15, 1930, p. 216).

(2) G. Durand, *Sur la construction de Cantor-Minkowski dans le plan* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1368), théorème I.

desquelles on peut mener une sphère de rayon constant n'enfermant aucun point de la surface), j'ai distingué les *points de troisième espèce* et démontré que leur ensemble est dénombrable ([1]). Ayant établi, d'une façon indépendante, que le contingent $\tau(M)$ en un tel point M est un faisceau strictement convexe ([2]), j'obtiens ici une nouvelle preuve de la dénombrabilité de ces points.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries des fonctions*. Note ([3]) de M. **Nikola Obrechkoff**, transmise par M. Émile Borel.

Soit donnée la série de fonctions

$$F(x) = f_1(x) + f_2(x) + \ldots + f_n(x) + \ldots \tag{1}$$

et supposons que les fonctions $f_n(x)$ dans l'intervalle (a, b) admettent des dérivées jusqu'à un ordre k. De la convergence de la série (1) on ne peut pas en général décider la convergence de la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_n^{(k)}(x). \tag{2}$$

Dans cette Note, je démontre des théorèmes qui nous donnent des conditions suffisantes pour la convergence de la série (2).

1. *Soient $f_n(x)$ des fonctions réelles qui admettent dans l'intervalle (a, b) des dérivées d'ordre k, qui toutes sont monotones dans un sens. Supposons que la série (1) converge en $k+1$ points $x_0, x_1, \ldots, x_k$ de l'intervalle $(a, a+\delta)$ et en $k+1$ autres points $y_0, y_1, \ldots, y_k$ de l'intervalle $(b-\delta_1, b)$. Alors la série (2) converge uniformément dans $(a+\delta, b-\delta_1)$.*

La démonstration est basée sur le lemme suivant, qu'on obtient facilement. Soit $x_0, x_1, \ldots, x_k$ des nombres arbitraires

$$x_0 < x_1 < x_2 < \ldots < x_k,$$

([1]) G. Durand, *Sur la construction de Cantor-Minkowski dans l'espace* (*Ibid.*, 189, 1929, p. 443), théorème I.

([2]) G. Durand, *Propriétés locales et ensemble des points sans plan tangent des enveloppes de sphères* (*Ibid.*, 190, 1930, p. 1219), théorèmes B et D.

([3]) Séance du 11 août 1930.

alors on a

$$(3)\qquad A=\frac{f(x_0)}{(x_0-x_1)\ldots(x_0-x_k)}+\ldots+\frac{f(x_k)}{(x_k-x_0)\ldots(x_k-x_{k-1})}=\frac{f^{(k)}(\zeta)}{k!},$$

où

$$x_0<\zeta<x_k.$$

Soit $f(x)$ une fonction qui admet une dérivée $f^{(k)}(x)$ monotone dans l'intervalle (a, b). Désignons avec M le plus grand des nombres

$$|f(x_i^1)|,\ |f(y_i^1)| \qquad (i=0, 1, 2, \ldots, k).$$

Alors, de (3), on obtient immédiatement si, par exemple, $f^{(k)}(x)$ est croissante,

$$f^{(k)}(\zeta)\leqq f^{(k)}(x)\leqq f^{(k)}(\eta),\quad a<\zeta<a+\delta,\quad b-\delta_1<\eta<b,\quad a+\delta<x<b-\delta_1,$$

$$(4)\qquad |f^{(k)}(x)|\leqq M\left(\frac{2}{g}\right)^k,$$

où

$$g=\text{Min.}(x_i-x_{i-1},\ y_i-y_{i-1}).$$

Soit alors $\varepsilon>0$ un nombre arbitrairement petit et n_0 tel que, pour $n>n_0$, on a

$$|f_n(x)+f_{n+1}(x)+\ldots+f_{n+p}(x)|<\varepsilon,$$

pour $x=x_0, x_1, \ldots, x_k, y_0, y_1, \ldots, y_k$. D'après l'inégalité (4) pour $a+\delta\leqq x\leqq b-\delta_1$ on aura

$$|f_n^{(k)}(x)+f_{n+1}^{(k)}(x)+\ldots+f_{n+p}^{(k)}(x)|<\varepsilon\left(\frac{2}{g}\right)^k,$$

ce qui nous montre que la série (2) converge uniformément dans $(a+\delta, b-\delta_1)$.

Comme conséquence du théorème I, en se basant sur des résultats connus [1], on obtient facilement le théorème suivant : « Si la série (1) converge simplement dans l'intervalle (a, b) et si $f_n^{(k)}(x)$ sont monotones dans (a, b) en un sens, la série (1) et les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_n^{(p)}(x), \qquad p=1, 2, \ldots, k$$

seront uniformément convergentes dans chaque intervalle $(a+\delta, b-\delta)$, $\delta>0$, avec des sommes $F^{(p)}(x)$. »

---

[1] L. Neder, *Mathematische Zeitschrift*, 28, 1928, p. 30-34.

Ces théorèmes sont aussi valables pour certains procédés de sommation des séries divergentes, par exemple pour la sommation de Cesàro d'ordre positif. On peut aussi facilement trouver des théorèmes analogues pour les intégrales $\int_a^\infty f(x, y)dx$.

De l'inégalité (4) on obtient tout de suite le théorème : « Soit $f(x)$ une fonction indéfiniment dérivable et supposons que, pour $n > n_0$, $f^{(n)}(x)$ sont monotones dans l'intervalle (a, b). Alors la fonction $f(x)$ sera analytique et régulière sur le segment (a, b) (1) dans le quadrilatère symétrique par rapport à l'axe réel avec des sommets a et b, en lesquels les angles sont égaux à $\frac{\pi}{3}$. » En employant un théorème de Vivanti-Dienes pour les points singuliers des fonctions on obtient un autre théorème (2) de M. Serge Bernstein : si $f^{(n)}(x) \geqq 0$ pour $a \leqq x \leqq b$, $n = 0, 1, 2, \ldots$, la fonction $f(x)$ est holomorphe pour $|x - a| < b - a$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les borates de cæsium.* Note (3) de MM. **A.-P. Rollet** et **L. Andrès**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Les essais dus à M. Anton Reischle (4), sont les seuls publiés sur la préparation des borates de cæsium.

Ce savant mélange des solutions alcooliques d'acide borique et de caesine et analyse le précipité obtenu. Ce précipité aurait la composition suivante : $3B^2O^3.Cs^2O$.

Nous avons repris ces essais. Dans le tableau I on trouve en regard des proportions du mélange en milieu alcoolique d'acide borique et de caesine, la composition moléculaire du précipité obtenu

(1) S. Bernstein, *Atti del Congresso internazionale dei Matematici*, 2, 1928, p. 267-275.

(2) S. Bernstein, *Mathematische Annalen*, 75, 1914, p. 449-468.

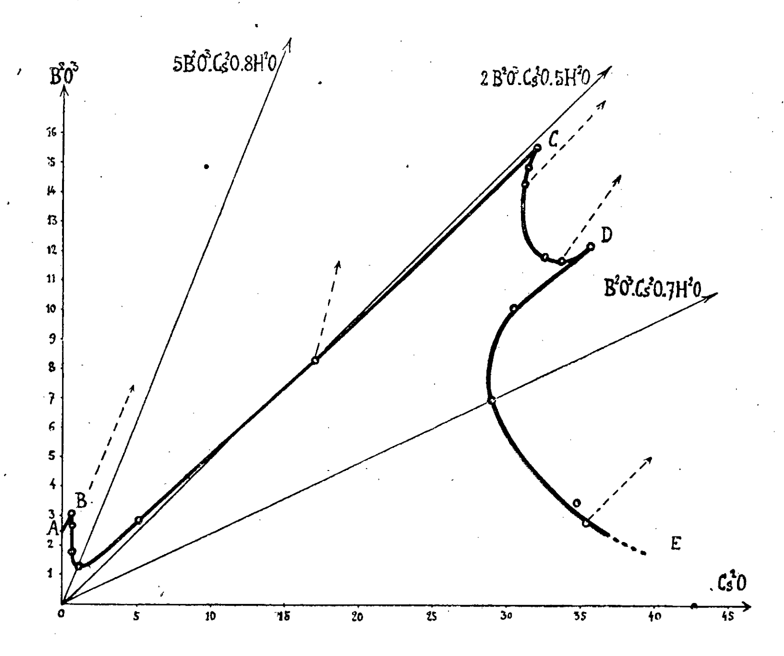
(3) Séance du 11 août 1930.

(4) Anton Reischle, *Zeitsch. anorg. Chemie*, 4, 1893, p. 175.

TABLEAU I.

Proportions moléculaires du mélange initial.		Précipité obtenu.		Proportions moléculaires du mélange initial.		Précipité obtenu.	
Cs^2O.	B^2O^3.	Cs^2O.	B^2O^3.	Cs^2O.	B^2O^3.	Cs^2O.	B^2O^3.
1	0,25	1	0,54	1	4,00	1	4,57
1	1,00	1	1,39	1	5,00	1	4,95
1	2,00	1	2,07	1	10,00	1	4,95
1	3,00	1	3,67	1	15,00	1	4,94
1	3,20	1	3,75				

Le précipité a sensiblement la composition du mélange initial jusqu'à la proportion de 5 molécules d'acide borique pour une de caesine. Pour des



proportions plus grandes d'acide borique, le précipité a une composition constante très voisine de $5B^2O^3.Cs^2O$. Le précipité est anhydre et paraît amorphe.

Il résulte de ces essais que le borate de formule : $3B^2O^3.Cs^2O$, proposée par Reischle, n'est pas mis en évidence ; son existence nous paraît discutable.

II. Une isotherme du système ternaire $B^2O^3 - Cs^2O - H^2O$ a été dressée à 18° (voir la figure). Elle n'a pas été complétée vers les régions riches en caesine en raison de la grande rareté de cet élément.

La méthode des restes nous a permis de caractériser les phases solides suivantes :

BO^3H^3 (courbe A.B); $5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$ (courbe B.C); $2B^2O^3.Cs^2O.5H^2O$ (courbe C.D); $B^2O^3.Cs^2O.7H^2O$ (courbe D.E). Les points B, C et D où deux phases solides coexistent correspondent à des compositions centésimales de la solution, indiquées dans le tableau II.

Tableau II.

	B^2O^3 %.	Cs^2O %.	H^2O %.	Phases solides.
B........	3,01	0,59	96,40	BO^3H^3 et $5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$
C........	15,48	32,00	52,52	$5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$ et $2B^2O^3.Cs^2O.5H^2O$
D........	12,14	35,60	52,26	$2B^2O^3.Cs^2O.5H^2O$ et $B^2O^3.Cs^2O.7H^2O$

$5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$. — Cette phase, que nous appellerons pentaborate de cæsium se présente en petits cristaux orthorhombiques [1].

La formule est tout à fait analogue à celle du borate correspondant de potassium. La solubilité à 18° est de 3g de sel à l'état cristallisé, dans 100g d'eau.

$2B^2O^3.Cs^2O.5H^2O$. — Le diborate de cæsium cristallise facilement en gros cristaux orthorhombiques. Chauffé à 80°, il commence à perdre de l'eau, Par sa forme cristalline et son eau de cristallisation il s'éloigne du sel correspondant de potassium : $2B^2O^3.K^2O.4H^2O$, cristaux rhomboédriques.

Le diborate de cæsium possède une solubilité non congruente, ce qui explique que les premiers essais entrepris pour l'obtenir en partant des proportions théoriquement nécessaires, ont toujours donné un mélange de petits cristaux de pentaborate à côté de cristaux plus gros et facilement séparables de diborate.

B^2O^3, Cs^2O, $7H^2O$. — Cette phase de notre diagramme cristallise en prismes orthorhombiques. La solubilité est de 100g,1 de monoborate hydraté dans 100g H^2O.

L'eau fixée à la molécule diffère considérablement de celle attachée au monoborate de potassium : $B^2O^3.K^2O.2,5H^2O$.

Le monoborate perd très facilement de l'eau, par exemple dans le vide dès la température de 40 ou 45°. A température plus haute ou vers les zones très riches en caesine du diagramme, un hydrate plus pauvre en eau doit se déposer selon toute apparence. Une étude en ce sens est en cours.

---

(1) Les formes cristallines des trois borates nouveaux de cæsium ont été déterminées par M. R. Weil.

En résumé nous avons mis en évidence les borates de cæsium suivants :

$$5B^2O^3, Cs^2O, 8H^2O,$$
$$2B^2O^3, Cs^2O, 5H^2O,$$
$$B^2O^3, Cs^2O, 7H^2O.$$

Ces borates n'avaient pas été préparés jusqu'à présent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de synthèse de l'alcool cinnamique et de ses homologues.* Note MM. **L. Bert** et **P.-Ch. Dorier.**

L'alcool cinnamique synthétique s'obtient par hydrogénation de l'aldéhyde cinnamique extraite des essences de cannelle. Les homologues n'ont pas été préparés.

Nous avons montré, dans une précédente Note [1], que l'aldéhyde cinnamique et ses homologues s'obtenaient de toutes pièces par application de la méthode de Sommelet aux chlorures de styryle provenant de l'isomérisation des composés ω-chlorallylés cycliques découverts par l'un de nous [2]. La série de l'alcool cinnamique se trouvait du même coup édifiée. Toutefois, les rendements en aldéhydes de notre procédé laissant à désirer, nous avons suivi une marche différente pour parvenir aux alcools correspondants : voici ses diverses phases pour l'alcool cinnamique :

La condensation du dichloro-1.3-propène avec le bromure de phénylmagnésium fournit de l'ω-chlorallylbenzène, qu'un court chauffage avec 3^{mol} de KOH et d'un alcool ROH quelconque transforme en éther oxyde de cinnamyle et d'alcoyle, lequel, chauffé en autoclave pendant deux heures avec un excès de HCl à 22° Bé passe à l'état de chlorure de styryle. Après avoir vainement tenté de saponifier ce dernier par les agents usités pour le chlorure de benzyle, nous l'avons changé en alcool cinnamique en chauffant à l'ébullition pendant plusieurs heures un mélange à parties égales de chlorure de styryle, d'acétate de sodium fondu et d'acide acétique cristallisable, et en saponifiant ensuite par une lessive alcaline l'acétate de cinnamyle formé.

Le tableau suivant, dans lequel les chiffres placés au-dessous des flèches

---

(1) L. Bert et P. Ch. Dorier, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 332.
(2) L. Bert, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1504.

indiquent les rendements pour cent des opérations successives, schématise la série des réactions précédentes :

$$C^6H^6 \xrightarrow[87]{Br} C^6H^5Br \xrightarrow[94]{Mg+(C^2H^5)^2O} C^6H^5MgBr \xrightarrow[100]{CH^2Cl\,CH=CH\,Cl} C^6H^5CH^2CH=CHCl$$

$$\times \xrightarrow[84]{KOH+C^4H^9O\,H\,n} C^6H^5CH=CH.CH^2-O-C^4H^9n \xrightarrow[83]{HCl} C^6H^5CH=CH.CH^2Cl$$

$$\times \xrightarrow[60]{CH^3CO^2Na} C^6H^5CH=CH.CH^2CO^2CH^3 \xrightarrow[60]{KOH} C^6H^5CH=CH.CH^2OH.$$

La même suite de réactions appliquée aux homologues du benzène donne les homologues de l'acétate de cinnamyle, puis ceux de l'alcool cinnamique.

Ci-après les constantes des composés préparés jusqu'ici :

	Eb_{15} (corr.).	d^t_4.	n^t_D.	Réfraction moléculaire. Exp.	Théorique.	Exalt.
I. — *Acétate de :*						
cinnamyle	138°	$d^{12}_4 = 1,0603$	1,555	53,29	50,58	+2,71
o-méthylcinnamyle	147	$d^{11}_4 = 1,043$	1,544	57,52	55,20	+2,32
p-méthylcinnamyle	149	$d^{12,5}_4 = 1,0153$	1,541	58,84	55,20	+3,64
1.3-diméthylcinnamyle-4	161	$d^{11,5}_4 = 1,033$	1,540	61,96	59,82	+2,14
1.4-diméthylcinnamyle-2	160	$d^{11,5}_4 = 1,018$	1,541	62,97	59,82	+3,15
p-isopropylcinnamyle	164	$d^{11}_4 = 0,994$	1,533	68,06	64,44	+3,62
1.4-méthylisopropylcinnamyle-2	174	$d^{11}_4 = 0,990$	1,530	72,34	69,06	+3,28
II. — *Alcool :*						
cinnamique	139	$d^{35}_4 = 1,032$	1,576	42,98	41,22	+1,76
o-méthylcinnamique	149	$d^{15}_4 = 1,0302$	1,578	47,67	45,84	+1,83
p-méthylcinnamique	152	$d^{14,5}_4 = 1,005$	1,565	47,91	45,84	+2,07
1.3-diméthylcinnamique-4	155	$d^{14,5}_4 = 1,020$	1,569	52,03	50,46	+1,57
1.4-diméthylcinnamique-2	156	$d^{12,5}_4 = 1,004$	1,564	52,48	50,46	+2,02
p-isopropylcinnamique	161	$d^{16}_4 = 0,977$	1,548	57,20	55,08	+2,12
1,4-méthylisopropylcinnamique-2	164	$d^{15}_4 = 0,974$	1,547	61,86	59,7	+2,16

Tous les homologues décrits sont nouveaux. Ils constituent des liquides incolores dont la mobilité et l'intensité d'odeur diminuent quand le poids moléculaire augmente. Certains, notamment les alcools paralcoylcinnamiques et leurs acétates, possèdent des odeurs originales, nettement différentes de celles de l'alcool cinnamique et de l'acétate de cinnamyle.

Nous tenons à faire remarquer que l'on préparait jusqu'à présent le chlorure de styryle et l'acétate de cinnamyle à partir de l'alcool cinnamique, au lieu que nous faisons l'inverse ; de plus, notre alcool de synthèse est chimiquement pur, à la différence de nombreux échantillons commerciaux, souillés d'alcool phénylpropylique lorsqu'ils proviennent du styrax et d'al-

déhyde cinnamique, lorsqu'on utilise cette dernière à leur fabrication. Or, on sait que les impuretés les plus minimes nuisent à la finesse d'odeur et aux heureuses qualités fixatrices de l'alcool cinnamique.

MINÉRALOGIE. — *Nouvelles observations sur le quartz.* Note[1] de M. **R. Weil**.

Type S. — Dans les cristaux de ce type, la biréfringence normalement à l'axe se montre sous forme de plages normales à trois faces de prisme non adjacentes c'est-à-dire faisant entre elles un angle de 120°. Dans le cas de macles du Dauphiné, on peut les observer normalement à toutes les faces du prisme. Ces plages peuvent atteindre un développement considérable dans toute l'étendue d'une lame mais il se produit alors des superpositions qui en rendent les limites imprécises et déchiquetées. La biréfringence $n_m - n_p$, toujours très faible, comprise entre 10^{-4} et 10^{-5}, est difficile à mesurer pour ces raisons, l'extinction ou le signe optique des plages étant difficile à préciser; en lumière convergente, les plages les plus biréfringentes de lames épaisses d'environ 1^{mm} montrent une biaxie faible mais nette. Parfois on peut voir ces plages en lumière naturelle, à l'œil nu ou au microscope dans des lames épaisses et bien polies, sous forme de fibres normales aux faces du prisme. C'est à la présence de ces plages qu'il faut attribuer les lignes fines grossièrement parallèles à l'arête verticale du prisme qui, interrompant les stries horizontales, apparaissent sur les faces m et b^1 de la même manière que les plages, c'est-à-dire sur trois faces non adjacentes, plusieurs lignes pouvant se montrer sur une même face. Ces lignes ne sont pas dues aux démarcations de macles qui sont généralement plus rectilignes et plus accentuées, ce dont on peut s'assurer par l'étude optique ou les figures de corrosion. Mais lorsqu'il y a macle, les lignes en question peuvent se montrer sur des faces m adjacentes et se confondre en partie ou en totalité avec les limites de macle. On ne trouve pas ces lignes sur les quartz du type L.

La majorité des quartz tordus que nous avons examinés appartiennent au type S, d'après ces caractères extérieurs; l'examen de lames taillées normalement à l'axe ternaire a montré de telles plages biréfringentes tournant autour d'un axe binaire.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 270.

II. *Figures de corrosion avec* HF *à diverses concentrations.* — Quel que soit le gisement, on observe toujours, outre les figures de corrosion habituelles sur m et sur b^1, une grande quantité de très petits orifices rectangulaires ou lenticulaires allongés parallèlement à l'arête verticale sur les faces du prisme, et dans un plan normal aux faces du prisme sur b^1, apparaissant après quelques heures d'attaque dans l'acide concentré à froid, ayant 2 à 3 microns de large pour $\frac{2}{100}$ de millimètre de long et s'accroissant avec la durée d'attaque. Ces orifices se trouvent sur n'importe quelle partie de la face attaquée, aussi bien dans les figures de corrosion normales qu'en dehors de celles-ci. A partir de ces orifices se développent des canaux très fins, capillaires, souvent rectilignes, parfois tordus et se propageant vers l'intérieur des cristaux sur une étendue pouvant dépasser 1^{cm} dans un cristal suffisamment volumineux ou même le traverser de part en part. Nous désignerons sous le nom de « cheveux » ces canaux de corrosion; avec l'acide concentré bouillant, ils apparaissent en moins d'une heure.

Type L. — Si l'on attaque un quartz ne portant que le prisme et le rhomboèdre primitif et non maclé, on constate que les cheveux sont sensiblement perpendiculaires aux faces de rhomboèdre, partant aussi bien de celles-ci que des faces du prisme. Sur la base (artificielle) on distingue aisément les trois secteurs à 120° ainsi produits; on voit de plus qu'il existe des cheveux normaux, les uns exactement, les autres grossièrement aux faces du prisme. Lorsque les deux rhomboèdres coexistent, il y a des cheveux perpendiculaires à toutes les faces des rhomboèdres, mais fréquemment inégalement et d'autant plus que les plages biréfringentes sont plus nombreuses. Les quartz à face d'isoscéloèdre hypertrophiée sont particulièrement frappants : ce sont les trois faces de prisme non adjacentes à cette face qui s'attaquent le plus vite et le plus profondément, au milieu plus que près des arêtes et c'est là que les cheveux se forment en premier lieu et pénètrent le plus profondément dans le cristal. Nous avons examiné un quartz de Goyaz montrant naturellement des cheveux de plusieurs millimètres de long, perpendiculairement à la face d'isoscéloèdre opposée à la face la plus étendue, les cheveux développés à partir des trois faces de prisme étant plus courts et sur toute la longueur de ces faces. Une lame perpendiculaire à l'axe ternaire taillée dans ce cristal et corrodée à HF a montré l'accroissement des cheveux préexistants, sans modifications. De telles lames dans tous les cas montrent qu'il se forme très peu de cheveux à partir de la base; on voit encore que les cheveux délimitent de véritables domaines et ne s'entremêlent pas; au voisinage de deux domaines, les

cheveux de l'un d'eux s'infléchissent de 60° et deviennent parallèles aux cheveux de la face adjacente.

Il n'y a pas de rapport entre les cheveux et les macles du quartz, on les trouve aussi bien dans les parties maclées, qu'ils traversent sans modification ou de forme ou de direction que dans les autres. Cependant, dans les parties rendues neutres par la multiplication de la macle du Brésil, les cheveux semblent se former en plus grande abondance. Lorsque la corrosion est très poussée, les limites de ces parties se fissurent rectilignement et les lignes ainsi formées, parallèles aux axes binaires s'entrecroisent avec les cheveux.

Les plages biréfringentes sont mises en évidence par la corrosion, d'autant plus énergiquement qu'elles sont plus fines et plus nombreuses, avec leur disposition constatée au microscope, par des alternances de creux et de reliefs, les figures de corrosion plus ou moins serrées mais identiques à celles des parties sans plages biréfringentes et identiquement orientées. Les quartz des gisements qui ne montrent que très peu de plages ne donnent que très peu de cheveux, mais tous en donnent et souvent d'autant plus longs qu'ils sont moins nombreux. Il est encore à noter que, quel que soit le développement et l'abondance des cheveux, il reste finalement un noyau plus ou moins étendu délimité par les plages biréfringentes les plus internes sur lesquelles les cheveux s'arrêtent brusquement.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur la chaîne calcaire du Rif espagnol du Djebel Musa à Xauen.* Note (¹) de MM. **M. Blumenthal**, **P. Fallot** et **A. Marin**, transmise par M. Pierre Termier.

Les traits géologiques essentiels de la Péninsule Nord-Marocaine sont connus par la carte au 1/100000ᵉ de M. Dupuy de Lôme et Milans del Bosch. Le reste de la zone espagnole a été reconnu par les Ingénieurs des Mines de l'*Instituto Geologico y Minero de España* qui élaborent une carte géologique détaillée au 1/50000ᵉ (²).

Ces travaux et les recherches de l'un de nous (A. M.) ont mis en évidence

---

(¹) Séance du 11 août 1930.

(²) A. Marin, E. Dupuy de Lôme, X Milans del Bosch, *La Peninsula Norte Marroqui. Estudios relativos a la geologia de Marruecos* (*Boletin Instituto geol. de España*, 42, 1916, *passim*, avec carte géol. au 1/100000ᵉ). — A. Marin, *Notas acerca de la importancia minera de la zona de protectorado español en Marruecos* (*Boletin Instituto

la continuité de la bande de terrains paléozoïques qui, bordant la côte méditerranéenne, forme l'intérieur de l'arc montagneux du nord du Maroc, baptisé par extension du nom d'arc rifain. Ils ont de même établi la continuité, à la périphérie du Paléozoïque, de la chaîne calcaire, en majeure partie jurassique, qui, depuis le Djebel Musa (Ouest de Ceuta) jusqu'à la transversale de l'oued M'ter et au delà, est connue sur 120 à 130^{km}, et forme l'unité géologique directrice de toute la région; puis, autour de la courbe convexe dessinée par cette chaîne, la continuité du Flysch.

Une excursion commune, en avril-mai 1930, nous a permis de relever les étroites analogies qui rapprochent les formations de ces diverses zones de celles qui leur correspondent en Andalousie ([1]), et de préciser leur allure.

La chaîne calcaire est coupée d'accidents transversaux dont le Rio Martin à Tetuan, l'oued Lau, au Nord de Xauen, ont profité pour orienter leurs cours vers la Méditerranée. Étroite et peu élevée au Nord, elle s'élargit au sud de Tetuan et culmine vers Xauen à 2200^{m}, restant allongée à peu près Nord-Sud jusqu'à Beni Derkoul, à 100^{km} du Dj. Musa, pour s'incurver ensuite brusquement à l'Est.

Ainsi qu'il ressort des observations des géologues espagnols, l'allongement de la chaîne jurassique est, dans l'ensemble, parallèle aux lignes directrices des plissements hercyniens. C'est au rocher de Benzu, à l'ouest de Ceuta, que débute la bande jurassique. Elle se poursuit par le Dj. Fahies, en contact anormal local avec le Flysch. Les accidents du massif du Dj. Musa, isolé en avant de cette zone, devront être étudiés à part. Dès l'extrémité sud-ouest de l'arête du Dj. Fahies, le contact redevient normal, la série secondaire, réduite au minimum, subverticale ou pendant fortement au Nord-Ouest, sépare comme une étroite barrière le Paléozoïque du Flysch, sous lequel elle disparaît.

Dans ce premier tronçon, la chaîne calcaire est orientée Nord-Est-Sud-Ouest, puis, depuis la Cudia del Anazaz, Nord-Sud. Elle constitue alors la Sierra de Hauz, où elle est affectée de plis souvent aigus, quelquefois déversés *vers l'Est*. La retombée des couches secondaires vers l'Ouest, sous le Flysch, y demeure la règle, néanmoins dans ce Flysch apparaissent à Zahara, au bord du Détroit (Dupuy de Lôme), et à Lexkrex, deux

---

geol. de España, 49, 1927, p. 1-36). — E. DUPUY DE LÔME, *La geologia de la orilla africana del Estrecho de Gibraltar* (*Boletin Instituto geol. de España*, 22, 1930, p. 36-69; sous presse). — *Livret-guide du XIVe Congrès Géologique International*, Exc. A_{I}, 2e Partie, par X. MILAN DEL BOSCH; Madrid, 1926, *passim*.

([1]) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 144.

lambeaux de Jurassique qui paraissent reposer sur lui, à quelques kilomètres du front de la chaîne calcaire. Leur signification demeure ambiguë.

A 7^{km} au nord de la vallée du Rio Martín, les accidents de la chaîne s'orientent au Sud-Est jusqu'à Tetuan, puis brusquement s'interrompent pour reprendre en direction Sud-Ouest pendant une dizaine de kilomètres. Au sud de la ville, qui se trouve donc à un point de rebroussement, la chaîne est affectée de plis pinçant du Crétacé et du Flysch, déversés au Sud-Ouest, qui passent à des imbrications et sa marge externe offre un contact anormal avec le Flysch. A hauteur de la Cudia Atba, elle reprend son orientation approximativement méridienne, ses plis se redressent et montrent de nouveau une retombée très rapide ou verticale vers l'Ouest, le Secondaire disparaissant normalement sous le Flysch. Ce dispositif n'est interrompu, plus au Sud, que par l'accident de l'oued Lau que M. Dupuy de Lôme étudie présentement.

Ainsi, très généralement, on observe le Jurassique souvent complété de Crétacé qui disparaît normalement sous le Nummulitique. En des points localisés, on peut supposer que ce contact simple n'est qu'apparent et que le Jurassique vertical, tel le front d'une unité tectonique, repose par la tranche de ses couches sur le Flysch. La résurgence de Xauen, la disposition de nombreuses sources à la limite du Jurassique et du Tertiaire sont aûtant d'indices de contacts anormaux qui ont été déjà soulignés (A. Marin, *loc. cit.*), mais ne préjugent pas de leur extension.

Même au cas où le bord externe du Jurassique correspondrait à des couches cisaillées par la base, chevauchant partiellement le Flysch, l'allure subverticale de leur retombée indique clairement qu'il ne saurait être question ici que d'un dispositif frontal.

La chaîne jurassique ne saurait donc offrir les racines de charriages qui auraient passé par-dessus le Flysch ou d'imbrications de grandes dimensions chevauchant ce Flysch, comme Gentil l'admettait ([1]) au moins pour le nord de la Péninsule Nord-Marocaine.

([1]) *Comptes rendus*, **167**, 1918, p. 365.

GLACIOLOGIE. — *Le glacier polysynthétique quaternaire de Monti Simbruini (Apennin central) : Les limites de son extension.* Note [1] de M. **Th. Biéler-Chatelan.**

Longtemps niée, l'existence de glaciers quaternaires dans l'Apennin central n'est plus mise en doute, mais on leur attribue une extension assez limitée. Dans deux Mémoires récents [2], j'ai décrit des traces glaciaires montrant qu'aux temps quaternaires le massif des Monti Simbruini dut être couvert de glaciers qui, descendant de cinq vallées parallèles, se réunirent dans l'amphithéâtre du Piano del Cavaliere pour former un glacier polysynthétique étendu, épais de plus de 300^m. Celui-ci à son tour se ramifia, continuant d'une part sa marche en avant dans la vallée du Turano jusqu'à Colle di Tora (environ 510^m d'altitude) et, d'autre part, franchissant du côté gauche les entailles d'Oricola et de Riofreddo pour descendre jusque dans la vallée de l'Aniene : 1° à la Moletta d'Arsoli (moins de 330^m); 2° à la Station de Cineto (moins de 325^m). A partir de l'origine la plus éloignée (Monte Cotento, 2014^m), son extension maximum put atteindre une cinquantaine de kilomètres jusqu'à Colle di Tora, une quarantaine jusqu'à Cineto et environ 35 jusqu'à la Moletta d'Arsoli. Ces dimensions apparemment extraordinaires ont été mises en doute par quelques glacialistes, mais je les confirme en en fournissant de nouvelles preuves, d'ordre à la fois *morphologique* (profil en U des vallées, roches aplanies ou moutonnées, roches striées, etc.) et *erratique*. En voici l'énumération :

Vallée du Turano. — 1° Juste avant Colle di Tora, l'extrémité du glacier a laissé son empreinte sur le plateau rocheux de Corneto (510^m) en le creusant légèrement et en le couvrant de moraine de fond. — 2° Ce plateau est flanqué et précédé par une série de bourrelets morainiques disposés plus ou moins symétriquement sur les deux versants de la vallée. — 3° Dans la vallée latérale dite Fosso Ovito, ancien lac de barrage glaciaire et roche

---

(1) Séance du 18 août 1930.

(2) Th. Biéler-Chatelan : 1° *Gli antichi ghiacciai plistocenici dei Monti Simbruini* (*Bollettino della Società geologica italiana*, 47, I, p. 33-45. Roma, 1928); 2° *Nuove osservazioni sulle traccie glaciali dei Monti Simbruini*. (*Ibid.*, 48, I, p. 163-175, Roma, 1929). — Depuis une quinzaine d'années, j'étudie les traces glaciaires dans la vaste région susdite, qui mesure environ 350^{km^2}.

striée. — 4° En amont de Paganico, une douzaine de cordons morainiques de retrait s'échelonnent sur $3^{km}, 5$, seulement sur le versant droit, au pied du Monte Cervia. Ils paraissent représenter l'extrémité d'une moraine médiane et contiennent des blocs erratiques de *poudingue miocène* qui ont parcouru une *trentaine de kilomètres* depuis le haut de la vallée du Fiojo, établissant ainsi le trait d'union entre celle-ci et la vallée du Turano. Les cordons les plus hauts atteignent plus de 300^m au-dessus du talveg. — 5° En amont des moraines du Turano, un appareil de *drumlins* recouvre le Piano del Cavaliere, qui possède une *dépression centrale*.

Vallée de l'Aniene. — 1° A la Moletta d'Arsoli, le vallon (en U) qui descend d'Oricola et de Riofreddo se termine à droite par une moraine latérale longue de 600^m, dont l'extrémité s'abaisse brusquement, à l'instar d'une langue de glacier. Sa nature morainique est prouvée : par sa forme de digue rectiligne, bien détachée du versant rocheux de la vallée par un angle rentrant; par sa composition : *terra rossa* non stratifiée (moraine de fond) avec blocs erratiques de calcaire cristallin du miocène moyen. De la Moletta, on voit bien l'entaille en U d'Oricola traversée par le glacier et, en dessous, le profond sillon qu'il a creusé.

2° Direction de Cineto. — Le passage du glacier est attesté : *a*, par la forme en U évasé des vallons où il s'est effectué; *b*, par des roches aplanies ou moutonnées; *c*, par le transport des matériaux erratiques (boules dures de molasse, calcaire cristallin du miocène moyen, calcaire éocène bréchiforme), que l'on peut suivre pas à pas depuis Riofreddo jusqu'à la station de Cineto; *d*, par une épaisse moraine de fond dans le vallon Fosso Ferrata, dont le profil en U évasé contraste nettement avec le profil en V des vallons torrentiels voisins. Le profil en U continue jusque sous la station de Cineto, surmontée par une colline rocheuse qui commence avec une empreinte glaciaire à surface gauche et se termine par une moraine frontale, épaisse d'une centaine de mètres, contenant pêle-mêle les roches erratiques précitées. On a contesté la nature morainique de ce dépôt : on a voulu y voir une *alluvion chaotique* de l'Aniene, opinion insoutenable : *a*, parce que ce cours d'eau n'a pas une pente torrentielle (moins de 5 pour 1000); *b*, parce qu'une telle alluvion aurait dû s'étendre plus *en surface* qu'en hauteur et *remplir toute la dépression* où se trouve la moraine (qui n'en tapisse, au contraire, que le flanc amont) ou même recouvrir violemment le flanc aval (presque nu); *c*, parce qu'on devrait trouver des dépôts semblables en amont dans la vallée de l'Aniene, ce qui n'est pas le cas. L'absence de stratification

dans ce dépôt rend encore plus invraisemblable l'hypothèse d'un cône de déjection produit par un torrent des montagnes voisines. *Sa nature morainique est donc certaine* et l'existence d'une autre moraine à la Moletta d'Arsoli la confirme au besoin.

Les niveaux de base de ces deux moraines (moins de 330^m) sont les plus bas que l'on ait signalés jusqu'ici dans l'Apennin central; mais ils n'ont rien d'extraordinaire. A qui les conteste, il suffit de rappeler que dans l'Albanie méridionale, à une latitude d'environ 40°, c'est-à-dire bien plus au sud que Cineto (42°,2), E. Novák a trouvé des moraines frontales à un niveau de 300^m.

A Cineto, le glacier devait se terminer en large éventail, entre des rives rocheuses très divergentes. A la Moletta d'Arsoli, la moraine latérale bordait une langue effilée.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le vicioside*. Note de MM. **H. Hérissey** et **J. Cheymol**.

Le vicioside (vicine) est un principe immédiat azoté, isolé à l'état cristallisé des semences de Vesce par Ritthausen [1] qui, après l'avoir d'abord considéré comme un corps analogue à l'asparagine, lui reconnut ensuite une nature hétérosidique (glucosidique) [2], d'après la façon dont il se comportait en présence de l'acide sulfurique étendu et bouillant. Ritthausen n'a d'ailleurs pas pu isoler à l'état pur le ou les sucres (oses) résultant de cette hydrolyse; il les a considérés comme constitués vraisemblablement par « du glucose (et du galactose) ». A l'occasion de recherches faites par l'un de nous (H. H.) en collaboration avec M. R. Sibassié sur les glucides de quelques graines de Légumineuses [3], notre attention a été ramenée sur ce vicioside, dont nous avons repris l'étude; nous résumons brièvement dans cette Note les résultats nouveaux obtenus, sans rappeler les caractères du vicioside déjà signalés dans les Mémoires de Ritthausen.

Nous avons préparé le vicioside, en partant des semences de Vesce d'hiver,

---

(1) *Ber. d. d. chem. Ges.*, 9, 1876, p. 301; *Journ. f. prakt. Chem.*, neue Folge, 24, 1881, p. 202.

(2) *Ber. d. d. chem. Ges.*, 29, 1896, p. 2108.

(3) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 884.

par une méthode analogue à celle décrite par cet auteur. Les propriétés indiquées se rapportent à des échantillons purifiés par plusieurs cristallisations dans l'alcool éthylique et finalement recristallisés dans l'eau. Le vicioside ainsi obtenu, séché à l'air, ne perd sensiblement pas de poids dans l'étuve à eau bouillante.

Détermination du pouvoir rotatoire. — Les résultats suivants se rapportent à deux échantillons différents :

I. $[\alpha]_D = -12^\circ,64$ ($v = 55^{cm^3}$, $l = 5$, $p = 0^g,4488$, $\alpha = -31'$)
II. $[\alpha]_D = -11^\circ,93$ ($v = 55^{cm^3}$, $l = 5$, $p = 0^g,4608$, $\alpha = -30'$)

En dehors de toute hydrolyse, l'acidification, à froid, par l'acide sulfurique (4 à 5 pour 100), des solutions aqueuses abaisse considérablement la valeur du pouvoir rotatoire qui, néanmoins, reste gauche.

Hydrolyse par les acides :

I. On a maintenu dans l'eau bouillante, pendant 4 heures, en tube scellé, 25^{cm^3} d'une solution aqueuse contenant, pour 100^{cm^3}, 2^g d'acide sulfurique et $0^g,5760$ de vicioside. La liqueur devenue dextrogyre contenait alors, pour 100^{cm^3}, $0^g,3327$ de matière réductrice exprimée en glucose, soit 57,7 pour 100 d'hétéroside cristallisé.

II. Un essai analogue pratiqué sur une solution d'hétéroside à $0^g,5000$ pour 100^{cm^3} a donné $0^g,2929$ de sucre réducteur, soit 58,5 pour 100 de vicioside.

III. Un autre essai a conduit au chiffre de 57,9 pour 100.

Hydrolyse fermentaire. — Le vicioside est hydrolysable par l'émulsine.

I. Une solution aqueuse de vicioside à $0^g,6064$ pour 100^{cm^3}, additionnée d'émulsine ($0^g,80$) contenait, après 16 jours de contact à la température du laboratoire, $0^g,3342$ de produit réducteur exprimé en glucose, soit 55,1 pour 100 d'hétéroside.

II. Un essai analogue poursuivi pendant 8 jours a conduit au chiffre de 54,57 pour 100.

Les chiffres ainsi trouvés dans le dédoublement fermentaire sont suffisamment approchés de ceux obtenus par l'hydrolyse sulfurique pour qu'on puisse conclure que le processus de décomposition de l'hétéroside est le même dans les deux cas. Ajoutons, d'autre part, que l'examen polarimétrique des liqueurs hydrolysées, soit par l'acide, soit par l'émulsine, donne des valeurs en accord avec l'hypothèse que le sucre mis en liberté serait bien du glucose *d*. C'est d'ailleurs ce que confirme la recherche suivante :

Isolement du sucre produit par hydrolyse du vicioside. — L'opération a été faite sur 10^g de vicioside qui ont été hydrolysés par 50^{cm^3} d'acide sulfurique à 20^g pour 100^{cm^3}. Le sucre a été isolé après précipitation de sa combinaison

barytique par l'alcool et décomposition de celle-ci par l'acide sulfurique dilué; on a obtenu finalement, après cristallisation dans l'alcool, un produit présentant tous les caractères du glucose *d* : il possède la multirotation; son pouvoir rotatoire définitif a été trouvé

$$[\alpha]_D = +52°,46 \ (v = 15^{cm^3},\ p = 0^g,3002,\ l = 2,\ \alpha = +2°6';$$

il fond au bloc Maquenne à 145-146°; il possède le même pouvoir réducteur que le glucose *d*; il fournit une phénylosazone de même point de fusion que celle de ce dernier.

La recherche, dans les produits d'hydrolyse, du galactose (présumé par Ritthausen) a conduit à des résultats négatifs : l'action de l'acide azotique n'a pas fourni la moindre trace d'acide mucique.

Le vicioside, dédoublable par l'émulsine, obéit à la règle générale [Em. Bourquelot et H. Hérissey ([1])] d'après laquelle les hétérosides hydrolysables par cet enzyme sont lévogyres et donnent du glucose *d* au nombre de leurs produits de dédoublement.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur une formule climatique applicable en géographie botanique.* Note ([2]) de M. **Louis Emberger**, transmise par M. Ch. Flahault.

On a tenté de donner du climat une expression synthétique et d'en dégager la résultante des divers composants d'un climat sur la végétation (Em. de Martonne, Szymkiewicz, Gaussen, Amann, etc.). Les phytogéographes se rendent compte de l'intérêt que présenterait une solution satisfaisante de ce problème.

Nos recherches ont porté sur la région méditerranéenne. Une formule générale doit être simple; elle ne peut tenir compte de *tous* les éléments météorologiques; aussi n'avons-nous retenu que les facteurs climatiques les plus importants pour la vie des végétaux : la pluie, les températures et l'évaporation. Nous avons établi la formule

$$\frac{P}{2\left[\left(\frac{M+m}{2}\right)\times(M-m)\right]}\times 100.$$

([1]) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, 27, 1908, p. 421.

([2]) Séance du 23 juin 1930.

P indique la pluviosité annuelle, M, la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud, m, la moyenne des minima du mois le plus froid; $\frac{M+m}{2}$ exprime donc la moyenne des extrêmes. Deux localités pouvant avoir la même moyenne des extrêmes, mais pourtant des climats thermiques différents cette moyenne est corrigée par m; on le verra plus loin. L'évaporation a été exprimée par l'amplitude extrême (M — m); plus (M — m) est grand, plus l'évaporation est élevée. Il résulte de ces données que la sécheresse, qui domine toute vie végétale dans les pays méditerranéens, est exprimée par le quotient pluviothermique $\frac{P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)\times(M-m)}$ que l'on multiplie par $\frac{100}{2}$ pour obtenir des chiffres commodes.

En principe, un pays est d'autant plus sec que le quotient pluviothermique est plus petit.

P sera utilement corrigé par le nombre de jours de pluie pendant la période de végétation et deviendra $\frac{P\times N}{365}$; mais le nombre de jours de pluie n'est pas connu pour toutes les stations, et n'a pu, par suite, être utilisé. Nous préférons tenir compte de la moyenne des minima du mois le plus froid plutôt que de la moyenne des minima absolus, par contre, cette dernière est capitale lorsqu'il s'agit d'une végétation introduite. M — m sera avantageusement complété par la mesure directe de l'évaporation, *lorsque celle-ci sera connue pour toutes les stations de la région*. Nous n'avons encore de mesures d'évaporation que pour un petit nombre de localités; on le regrette vivement, car la mesure de l'évaporation est pratiquement le seul moyen qui permette de tenir compte du vent.

Pour le moment (M — m) exprime le mieux l'évaporation, à défaut de mesures directes. Il nous paraît inutile de remplacer (M — m) par le déficit de saturation (d); car il ne semble pas exister dans la région méditerranéenne de pays où les températures soient assez hautes pour que d soit élevé en même temps que (M — m) soit petit.

Le quotient que nous proposons manque encore de précision, même en tenant compte des perfectionnements que nous venons d'envisager. Bologne et Philippeville, par exemple, ont le même quotient pluviothermique (82) mais à Bologne m est égal à — 0,6° tandis qu'à Philippeville, il est de 6°,1, ce qui détermine des climats très différents. Il y a donc lieu de tenir compte de m. Nous avons introduit ce facteur par un système d'axes de coordonnées portant, sur l'ordonnée, le quotient pluviothermique et sur

l'abscisse, m. On remarque alors que, sur ce tableau, les localités se groupent suivant les affinités de leur climat et sont d'autant plus rapprochées que les climats sont plus voisins.

L'affinité des climats entraînant l'affinité écologique de la végétation, nous avons pu établir de véritables équivalences entre des groupements végétaux très différents par leur flore, mais rigoureusement parallèles au point de vue écologique.

La connaissance de ces faits permet de mettre de la clarté dans la classification des groupements végétaux comme les géologues l'ont fait dans leur domaine, lorsqu'ils ont pu grouper en étages des terrains de composition très variée, mais synchroniques.

La séance est levée à $15^{h}50^{m}$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de juillet 1930.

La longueur des cours d'eau principaux de la partie asiatique de l'U. R. S. S. et le procédé pour mesurer la longueur des rivières sur les cartes, par Jules Schokalsky. Moscou, 1930; 1 vol. 26cm,7; texte russe et français. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Traité de biocolloïdologie. Tome I : *Pratique des colloïdes*, par W. Kopaczewski. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1930; 1 vol. 25cm,5.

Livre jubilaire du centenaire de la Société géologique de France (1830-1930). Paris, Société géologique de France, 1930; 2 vol. 28cm,5.

Rapport préliminaire sur la campagne du « Pourquoi-Pas ? » en 1929, par J.-B. Charcot. In *Annales hydrographiques*, 1930. Paris, Imprimerie nationale, 1930; 1 fasc. 22cm,7.

Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses. Cinquantième rapport, 1929, par Paul-Louis Mercanton. In *Les Alpes*, n° 6. Berne, Stœmpfli et Cie, 1930; 1 fasc. 25cm,7.

Théorie tourbillonnaire de l'hélice propulsive, par N. Joukowski. Traduit du russe par A. Apostol. Revu et annoté par W. Wettchinkine. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 26cm.

On the General Theory of a Monoplane Wing. A Theory of Slotted Æroplane Wing, par S. A. Tchapliguine. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 fasc. 26cm.

La Belgique scientifique, industrielle et coloniale. In *Chimie et Industrie*. Paris, Chimie et Industrie, 1930; 1 vol. 27cm,7.

Lois expérimentales sur les dynamomètres à allongements statiques proportionnels aux poids suspendus. Théorie mathématique qui en résulte, par Alfred Meyer-Jaccoud. Zurich, Imprimerie Kolb et Bertschinger, 1927; 1 fasc. 23cm.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er SEPTEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE ROUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. E. **Mathias** fait hommage à l'Académie de deux brochures intitulées :

1° *Monographie de l'éclair fulgurant. Compléments relatifs à ses formes terminales.*

2° *Remarques sur la pression électrostatique des foudres sphériques.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie le décès de sir *Herbert Hall Turner*, Correspondant pour la section d'Astronomie, survenu au cours de la réunion de l'Union internationale de Géodésie et de Géophysique, à Stockholm.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination astronomique de l'époque de la disparition de l'Atlantide.* Note (1) de M. **L. Filippoff**, présentée par M. Bigourdan. (Extrait.)

M'occupant depuis quelque temps du problème atlantéen, j'ai essayé de déterminer l'époque de la disparition de l'Atlantide par une méthode astronomique, très simple.

(1) Séance du 25 août 1930.

J'ai trouvé que la tradition sur l'Atlantide s'est conservée non seulement dans l'ancienne Égypte, comme le disait Platon, mais aussi dans les légendes diluviennes de l'Amérique préhistorique.

Ces deux traditions, d'origines si différentes, s'accordent cependant sur l'époque de la disparition de l'Atlantide. Elles la placent à l'époque où le point vernal se trouvait dans le signe zodiacal de l'Écrevisse (tradition égyptienne) et plus précisément au moment où il passait près de l'étoile ε de cette constellation (tradition mexicaine).

J'ai cherché, par conséquent, à déterminer si la trajectoire du point vernal passait près de cette étoile et à quelle époque cette coïncidence avait eu lieu. Le calcul montre très aisément que le point vernal se trouvait, réellement, tout près de Præsepe Cancri l'an 7256 avant J.-C.

L'Atlantide existait donc encore pendant l'époque quaternaire. Elle n'a disparu que vers l'an 7256 avant notre ère, ce qui confirme bien la date indiquée par Platon.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination, sans signe de quadrature, de diverses expressions relatives aux courbes gauches au moyen de deux fonctions arbitraires pouvant définir les rayons de courbure et de torsion de la courbe.* Note [1] de M. S. **Carrus**.

Nous prenons provisoirement, comme variable indépendante, l'arc de courbe s de la courbe gauche. Si x, y, z, désignent les coordonnées d'un point en fonction de s, on peut poser

$$x' = \sin\theta\cos\omega, \qquad y' = \sin\theta\sin\omega, \qquad z' = \cos\theta.$$

On en déduit

$$x''^2 + y''^2 + z''^2 = \theta'^2 + \sin^2\theta . \omega'^2 = \frac{1}{R^2}.$$

On peut encore poser

$$\theta' = \frac{1}{R}\cos u = \frac{d\theta}{ds}, \qquad \omega'\sin\theta = \frac{1}{R}\sin u; \qquad \text{d'où} \qquad \operatorname{tang} u \frac{d\omega}{d\theta}\sin\theta.$$

On peut prendre pour ω une fonction quelconque de θ, que *nous prenons désormais comme variable indépendante ;* u est alors déterminé sans quadrature ; $\omega(\theta)$ définit complètement l'indicatrice des tangentes : elle est donc

(1) Séance du 25 août 1930.

la même pour toutes les courbes admettant même indicatrice. On a alors

$$R = \cos u \frac{ds}{d\theta} = \frac{1}{\sqrt{1+\omega'^2\sin^2\theta}} \frac{ds}{d\theta}.$$

Donnons-nous une deuxième fonction arbitraire $s(\theta)$; R sera donné sans quadrature par la formule précédente.

Si ces fonctions $\omega(\theta)$ et $s(\theta)$ sont ainsi données, on aurait, pour connaître x, y, z, à effectuer les quadratures

$$dx = \sin\theta\cos\omega\, s'(\theta)\,d\theta, \qquad dy = \sin\theta\sin\omega\, s'(\theta)\,d\theta, \qquad dz = \cos\theta\, s'(\theta)\,d\theta.$$

Nous conserverons $\omega(\theta)$ mais nous allons mettre $s(\theta)$ sous une forme telle que nous puissions avoir, *sans aucun signe de quadrature*, les expressions les plus générales de x, y, z.

On a d'abord

$$z = \int \cos\theta s'(\theta)\,ds = s\cos\theta + \sigma \int \sin\theta s'\,d\theta = s\cos\theta + \sigma,$$

en posant $s\sin\theta = \sigma'(\theta)$, $s = \frac{1}{\sin\theta}\sigma'(\theta)$, $\sigma(\theta)$ sera une fonction arbitraire comme l'était $s(\theta)$. On aura ensuite

$$x = \int \sin\theta\cos\omega\, s'\,d\theta = s\sin\theta\cos\omega - \int s(\sin\theta\cos\omega)'\,d\theta$$
$$= s\sin\theta\cos\omega - \int \sigma' \frac{(\sin\theta\cos\omega)'}{\sin\theta}\,d\theta.$$

Nous poserons pour abréger $\frac{(\sin\theta\cos\omega)'}{\sin\theta} = \alpha$, $\frac{(\sin\theta\sin\omega)'}{\sin\theta} = \beta$; α et β seront des fonctions bien connues. Il vient alors

$$\int \alpha\sigma'\,d\theta = \alpha\sigma - \int \alpha'\sigma\,d\theta.$$

Pour faire disparaître ce signe de quadrature, nous faisons le nouveau changement de fonction $\alpha'\sigma = \sigma'_1$, σ_1 désignant une nouvelle fonction qui peut être arbitraire. En substituant, il vient :

$$x = s\sin\theta\cos\omega - \alpha\sigma + \sigma_1.$$

Prenons enfin y

$$y = \int \sin\theta\sin\omega .\, s'\,d\theta = s\sin\theta\sin\omega - \int s(\sin\theta\sin\omega)'\,d\theta.$$

Par le même procédé, on trouvera en faisant le dernier changement de

fonction

$$\sigma_1\left(\frac{\beta'}{\alpha'}\right)' = \sigma'_2,$$

$$y = s\sin\theta\sin\omega - \beta\sigma + \frac{\beta'}{\alpha'}\sigma_1 - \sigma_2.$$

En définitive on a donc bien, *sans aucun signe de quadrature*,

$$x = s\sin\theta\cos\omega - \alpha\sigma + \sigma_1,$$

$$y = s\sin\theta\sin\omega - \beta\sigma + \frac{\beta'}{\alpha'}\sigma_1 - \sigma_2,$$

$$z = s\cos\theta + \sigma.$$

Ces expressions sont ainsi connues au moyen des deux seules fonctions arbitraires $\omega(\theta)$ et $\sigma_2(\theta)$ car s, σ et σ_1 sont données successivement par

$$\left(\frac{\beta'}{\alpha'}\right)'\sigma_1 = \sigma'_2, \qquad \alpha'\sigma = \sigma'_1, \qquad s = \frac{1}{\sin\theta}\sigma'.$$

On a de plus

$$R = \frac{s'}{\sqrt{1+\omega'^2\sin^2\theta}}.$$

Il est aisé de calculer alors le rayon de torsion $\frac{1}{\tau}$. On trouve simplement

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{s'}\left[\omega'\cos\theta + \frac{(\omega'\sin\theta)'}{1+\omega'^2\sin^2\theta}\right].$$

On a donc bien, *sans aucun signe de quadrature l'ensemble le plus général cherché*, les fonctions $\omega(\theta)$ et $\sigma_2(\theta)$ définissant, sous une certaine forme, les rayons de courbure et de torsion de la courbe gauche.

En se donnant telles fonctions qu'on veut pour σ_2 et ω, on en déduira des rayons de courbure et de torsion. On sera certain que pour les courbes gauches correspondantes, on pourra connaître sans quadrature x, y, z et l'arc de courbe.

Remarquons que, si l'on redonnait R et τ en fonction d'une variable, il faudrait pour avoir x, y, z, s intégrer des équations différentielles contenant les dérivées jusqu'aux troisièmes ordres.

Remarque. — Des expressions de R et τ on déduit

$$\frac{R}{\tau} = \frac{\omega'\cos\theta}{\sqrt{1+\omega'^2\sin^2\theta}} + \frac{(\omega'\sin\theta)'}{(1+\omega'^2\sin^2\theta)^{\frac{3}{2}}} = k. \tag{1}$$

Le rapport $\frac{R}{\tau}$ ne dépend donc que de la fonction ω c'est-à-dire de l'indicatrice des tangentes.

D'autre part on sait que si $\frac{R}{\tau} = k$, la courbe est une hélice; a, b, c désignant des cosinus directeurs constants, on doit donc avoir une relation de la forme

$$a \sin\theta \cos\omega + b \sin\theta \sin\omega + c \cos\theta = \cos i. \quad (2)$$

Cette relation (2) est donc l'intégrale générale de l'équation (1) avec une condition entre k et i.

La vérification est aisée. On trouve la condition $k = \cot i$.

THÉORIE DES SUBSTITUTIONS. — *Simplicité du groupe fini et les ordres de ses classes d'éléments conjugués.* Note [1] de M. **Serge Tchounikhin**, transmise par M. Hadamard.

La liaison de la simplicité du groupe aux ordres de ses classes est peu étudiée. Le résultat fondamental dans ce domaine est obtenu par M. W. Burnside [2] à l'aide de la théorie des caractères. Dans le présent article l'auteur essaie de pénétrer dans ce domaine, sans avoir recours à l'emploi des caractères.

Lemme I. — *Si le groupe $\mathfrak{G}$ est représenté par $\mathfrak{H}\mathfrak{H}_1$, où $\mathfrak{H}$ et $\mathfrak{H}_1$ sont ses sous-groupes, si le plus grand sous-groupe commun de $\mathfrak{H}$ et $\mathfrak{H}_1$ diffère de l'unité et contient un certain sous-groupe invariant d'un des groupes $\mathfrak{H}$ et $\mathfrak{H}_1$, le groupe $\mathfrak{G}$ n'est pas un groupe simple.*

Admettons que le plus grand sous-groupe commun $\mathfrak{D}$ contient un sous-groupe invariant $\mathfrak{D}_1$ du groupe $\mathfrak{H}_1$. Transformons le groupe $\mathfrak{H}$ par les éléments de $\mathfrak{H}_1$. Il est évident que parmi les groupes ainsi obtenus se trouve toute la classe des sous-groupes du groupe $\mathfrak{G}$, conjugués à $\mathfrak{H}$. Tous ces sous-groupes auront un diviseur commun, qui est au moins $\mathfrak{D}_1$, ce qui démontre le lemme.

Lemme II. — *Si le groupe $\mathfrak{G}$ contient deux classes [3] dont les ordres sont premiers entre eux, le produit $\mathfrak{W}\mathfrak{W}_1$ des normalisateurs de ces classes [4] représente tout le groupe $\mathfrak{G}$.*

---

(1) Séance du 25 août 1930.

(2) Si l'ordre d'une classe quelconque du groupe abstrait est p^m, le groupe ne peut pas être simple (W. Burnside, *Theory of groups of finite order*, Cambridge 1911, p. 322).

(3) Dans ce qui suit, nous ne considérons que des classes différant de l'unité.

(4) Nous appelons *normalisateur* d'une classe l'ensemble des éléments du groupe $\mathfrak{G}$ permutables avec un élément de cette classe.

Les nombres des éléments différents dans le système $\mathfrak{W}\mathfrak{W}_1$ est égal à $\frac{\mathfrak{w}\mathfrak{w}_1}{d}$, où $\mathfrak{w}$ et $\mathfrak{w}_1$ sont les ordres correspondants à $\mathfrak{W}$ et $\mathfrak{W}_1$, et d est l'ordre de leur plus grand sous-groupe commun. Désignons par p un certain diviseur premier du nombre n, où n est l'ordre du groupe $\mathfrak{G}$. Supposons que la puissance maximum de p divisant n, est désignée par p^{ω}. Nous affirmons ainsi que la puissance maximum de p divisant la valeur $\frac{\mathfrak{w}\mathfrak{w}_1}{d}$ ne sera pas inférieure à p^{ω}. La plus grande puissance de p divisant $\frac{\mathfrak{w}\mathfrak{w}_1}{d}$ sera égale à $p^{\alpha+\alpha_1-\delta}$ où p^{α}, p^{α_1} et p^{δ} sont respectivement la puissance maximum de p divisant $\mathfrak{w}$, $\mathfrak{w}_1$ et d. Puisque les ordres des classes sont premiers entre eux, nous avons les inégalités suivantes entre les valeurs α, α_1, ω :

$$(1)\qquad \begin{cases} \text{si } \alpha < \omega, \text{ nous avons } \alpha_1 = \omega, \\ \text{si } \alpha_1 < \omega, \text{ nous avons } \alpha = \omega. \end{cases}$$

Remarquons que p^{δ} est le diviseur de $\mathfrak{w}$ et $\mathfrak{w}_1$, et nous avons

$$\delta \leqq \text{le plus petit des nombres } (\alpha, \alpha_1),$$

et, par conséquent, en tenant compte de (1), nous tirons la conclusion que $\alpha + \alpha_1 - \delta \geqq \omega$. D'autre part, la valeur $\frac{\mathfrak{w}\mathfrak{w}_1}{d}$ ne peut pas être $> n$, ce qui démontre le lemme.

Théorème I. — *Soit $\mathfrak{G}$ un groupe qui contient deux classes dont les ordres sont premiers entre eux. Supposons d'ailleurs que l'ordre de l'élément d'une des classes peut être divisé par un nombre premier p, tel que le sous-groupe de Sylow de l'ordre p^{ω} du normalisateur d'une autre classe soit en même temps le sous-groupe de Sylow $\mathfrak{G}$.*

Dans ces conditions, le groupe $\mathfrak{G}$ ne peut pas être simple.

Supposons que les éléments A, B sont les représentants des classes envisagées et les groupes $\mathfrak{W}$ et $\mathfrak{W}_1$ leurs normalisateurs respectifs. Supposons que l'élément A d'ordre α satisfait aux conditions du théorème. Alors l'élément $A^{\frac{\alpha}{p}}$ fait partie du sous-groupe de Sylow d'ordre p^{ω_1} de son normalisateur, et ce sous-groupe, à son tour, fait partie d'un certain sous-groupe de Sylow $\mathfrak{k}$ d'ordre p^{ω} du groupe $\mathfrak{G}$. Prenons un normalisateur $\mathfrak{W}_1$ de la deuxième classe. D'après la condition, il contiendra le sous-groupe de Sylow $\mathfrak{k}^{\star}$ d'ordre p^{ω} du groupe $\mathfrak{G}$. Mais, dans ce cas, $C^{-1}\mathfrak{k}^{\star}C = \mathfrak{k}$, où C représente un certain élément du groupe $\mathfrak{G}$. En transformant $\mathfrak{W}_1$ par C et en appliquant le lemme I aux sous-groupes $C^{-1}\mathfrak{W}_1 C$ et $\mathfrak{W}$ (d'après ce qui

précède, $C^{-1}\mathfrak{W}_1 C \mathfrak{W} = \mathfrak{G}$), nous voyons que le théorème est démontré.

THÉORÈME II. — *Si les ordres de trois classes du groupe sont des nombres deux à deux premiers entre-eux, le groupe ne peut pas être simple.*

Admettons que ce sont les classes A, B, C d'ordre α, β, γ respectivement. On voit facilement que le théorème ci-dessus ne peut pas être appliqué au couple (A, B) si tous les facteurs premiers de l'ordre des éléments de la classe B sont des diviseurs de α, et d'ailleurs, les facteurs premiers de l'ordre des éléments de la classe A sont des diviseurs de β. En appliquant un raisonnement analogue au couple (A, C), nous voyons que le théorème précédent ne s'applique pas aux couples (A, B) et (A, C) seulement dans le cas où l'ordre des éléments de la classe A a pour diviseurs des nombres premiers qui divisent β et γ. Or, ceci est impossible, d'après l'hypothèse faite, et, par conséquent, le théorème est démontré.

Il serait intéressant de continuer ces recherches en démontrant le théorème I dans le cas général, sans limiter par des conditions supplémentaires les ordres des éléments des classes envisagées.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur la théorie des tourbillons.* Note [1] de M. L. S. DA RIOS.

Je me propose de présenter quelques remarques sur la théorie des tourbillons se rattachant à mes travaux antérieurs sur le même sujet (*Rendiconti del circ. di Palermo*, 1906-1910; *Atti dei Lincei*, 1909; *Giornale di Mat.*, 1911; *Atti del R. Ist. Veneto*, 1916; *Atti della R. Acc. di Padova* 1916).

1. Soit $\mathcal{L}$ une ligne-tourbillon dans une masse fluide incompressible indéfinie. Désignons par ω le tourbillon, et prenons comme système de référence le trièdre principal attaché à $\mathcal{L}$ en un de ses points O.

En un point $\mathcal{P}$ très voisin du point O, j'ai obtenu les expressions *asymptotiques* suivantes pour la vitesse (u, v, w) du fluide :

$$(1) \quad \begin{cases} u = 0, \\ v = -\dfrac{\omega\gamma}{\varepsilon\pi(1-\alpha^2)}, \\ w = \dfrac{\omega\beta}{\varepsilon\pi(1-\alpha^2)} - \dfrac{\omega c}{2\pi}\log\varepsilon; \end{cases}$$

(α, β, γ) sont les cosinus directeurs du vecteur OP, de longueur ε, et c est la courbure de la ligne $\mathcal{L}$ en O.

[1] Séance du 25 août 1930.

2. Soit τ une surface très petite limitée par une ligne Ω. On dira *tube plein* un ensemble de lignes-tourbillons passant chacune par un point de τ; et l'on dira *tube-canal* l'ensemble de lignes passant par les points du périmètre Ω. Si la plus grande corde δ de τ est suffisamment petite, par rapport à la vitesse induite en un point extérieur à la masse tourbillonnaire, le tube plein, ou le tube-canal, peuvent être assimilés à une ligne $\mathcal{L}$ quelconque du système. Si, au contraire, on considère la vitesse induite en un point du tube plein ou en un point *intérieur* au tube-canal, on doit avoir recours à une analyse spéciale.

Un point $\mathfrak{T}$ voisin d'un point O d'une ligne-tourbillon est amené à suivre le mouvement propre de O; et il est encore porté à tourner autour du dit point. Si l'on veut assimiler la vitesse de $\mathfrak{T}$ à la vitesse de O, il faut faire abstraction du mouvement rotatoire. En 1906, dans le but de trouver la vitesse en un point O d'un tube-tourbillon infiniment délié, j'ai regardé le tube comme un tube-canal; et j'ai identifié la vitesse induite en un point du tube avec celle d'un point de la ligne des centres des sections normales du tube-canal. Les valeurs (1) se transforment alors dans les suivantes :

$$(2) \qquad \begin{cases} w = -\dfrac{\omega c}{2\pi}\log\varepsilon, \\ u = v = 0. \end{cases}$$

Si l'on considère (au lieu de la surface-canal) un tube plein $\wedge$, je montre que les valeurs (2) demeurent confirmées. Précisément, ε étant la distance de deux points Q et O de τ, les composantes de la vitesse du centre P_0 de la section τ de $\wedge$ deviennent

$$(3) \qquad \begin{cases} w = -\dfrac{\omega c}{2\pi}\dfrac{1}{\tau}\displaystyle\int d\tau\int \log\varepsilon\, d\tau_0, \\ u = v = 0; \end{cases}$$

où $\int d\tau$ désigne l'intégration par rapport au point Q, et $\int d\tau_0$ celle par rapport au point O de la section τ.

Si le tube-tourbillon est circulaire, on retrouve ainsi des résultats classiques, tandis que J. Weingarten (*Nachrichten zu Göttingen*, 1906, p. 81-93) donne pour la vitesse en un point intérieur d'un anneau-tourbillon plein la valeur double. La différence entre les deux résultats, qui a été notée aussi par M. Thiry (*Congrès des Sociétés savantes*, 1921) est due à une erreur que j'ai signalée en 1909.

3. Dans l'ensemble des mouvements d'un tube plein, on peut considérer

le mouvement des points de la ligne des centres $\mathcal{L}_0$ et le mouvement des points d'une section τ normale à $\mathcal{L}_0$ par rapport au centre P_0. Nommons l'un *mouvement d'ensemble* et l'autre *mouvement interne*.

Le mouvement d'ensemble dépend de la configuration de la ligne $\mathcal{L}_0$ et de τ; plus précisément de la valeur de

$$k = \frac{I}{2\pi\tau}\int d\tau \int \log\frac{1}{\varepsilon}\, d\tau_0,$$

2I étant l'intensité du tube.

En général k peut être regardé comme constante dans le temps t, si le rapport $\frac{\omega}{-\log\delta}$ tend vers zéro. Par cette hypothèse et en supposant d'abord τ constante le long de $\mathcal{L}_0$, j'obtiens les relations

$$(4)\qquad \begin{cases} \dfrac{dc}{dt} = cT' + 2c'T, \\ \dfrac{dT}{dt} = -cc' + \left\{T^2 - \dfrac{c''}{c}\right\}'; \end{cases}$$

en désignant par c et T la courbure et la torsion de $\mathcal{L}_0$ au point O courant, et par les accents la dérivation par rapport à l'arc s de $\mathcal{L}_0$. En particulier, je démontre que les tubes-tourbillons en forme de *chaînette* et d'*hélice cylindrique* demeurent indéformés pendant leur mouvement.

Le mouvement interne d'un tube infiniment délié $\wedge$, est caractérisé par les formules

$$(5)\qquad \begin{cases} v = -\dfrac{\omega}{\pi}\displaystyle\int \frac{\gamma}{\varepsilon}\, d\tau_0, \\ w = \dfrac{\omega}{\pi}\displaystyle\int \frac{\beta}{\varepsilon}\, d\tau_0. \end{cases}$$

Ces formules permettent d'obtenir les résultats suivants :

a. En faisant abstraction des sections circulaires et elliptiques, les autres sections des tubes-tourbillons rectilignes, ou non, se déforment avec le temps.

b. Les sections circulaires des anneaux ou tubes-tourbillons quelconques non rectilignes sont aussi déformables.

c. Les sections elliptiques des tubes rectilignes ne se meuvent pas rigidement, en ce sens que la distance de leurs points au centre ne reste pas constante.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouveaux redresseurs à oxyde cuivrique.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. G. Ferrié.

Dans une précédente Note sur le redresseur à oxyde de cuivre [1], nous avons signalé l'existence, dans la couche active, d'un condensateur dissymétrique comprenant une armature de cuivre (conducteur), une autre d'oxyde cuivrique (semi-conducteur), séparées par une lame isolante d'oxydule. En réalité cette lame n'est pas formée d'oxyde cuivreux chimiquement pur.

D'après le mécanisme de l'oxydation du cuivre, si bien décrit par Debray et Joannis [2], elle doit provenir de la solidification d'une solution très étendue d'oxyde cuivrique dans l'oxydule. A la température ordinaire, la lame est donc formée d'une solution solide, ou ce qui est plus vraisemblable d'une suspension solide de CuO dans Cu^2O en grand excès. Dans tous les cas ce mixte est semi-isolant.

Nous nous sommes proposé de réaliser de toutes pièces d'autres condensateurs dissymétriques comprenant comme le précédent : un conducteur, un semi-conducteur et un semi-isolant. Comme conducteur nous avons pris un métal quelconque, comme semi-conducteur l'oxyde cuivrique chimiquement pur que nous avons moulé en pastilles. Ces pastilles étaient maintenues un certain temps à une température assez élevée T puis refroidies, on les rendait ainsi plus conductrices. Évidemment la température T était inférieure à celle pour laquelle l'oxyde cuivrique commence à se dissocier.

Pour obtenir des lames semi-isolantes nous avons mis par exemple un peu d'or en poudre en suspension dans une solution alcoolique de gomme laque ou dans du collodion et avec ces liqueurs nous avons préparé des pellicules. Il est encore plus simple de déposer le liquide au pinceau sur l'une des faces seulement de la pastille puis de laisser le dissolvant s'évaporer.

Il est facile alors de réaliser le condensateur. On dispose la pastille recouverte du semi-isolant entre deux pièces métalliques et l'on exerce une pression plus ou moins forte sur l'ensemble.

Nous avons pu constater qu'un condensateur de ce genre est doué d'une

---

(1) Pélabon, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 630.

(2) *Comptes rendus*, 99, 1884, p. 583 et 686.

conductivité unilatérale très nette et que le courant de plus grande intensité est toujours observé quand l'oxyde cuivrique est positif; autrement dit, dans le condensateur, il se rend du corps le moins conducteur au métal. Le condensateur est aussi un redresseur pour les courants alternatifs. Son pouvoir rectifiant que l'on peut mesurer, pour un voltage donné, par le rapport R des intensités dans les deux sens, est souvent très élevé.

Il dépend d'une foule de facteurs que l'on peut modifier à volonté : pression sous laquelle la pastille a été moulée, température à laquelle on l'a maintenue, concentration de la suspension d'or, métal que l'on peut du reste remplacer par un autre conducteur, etc.

Est-il possible de généraliser et de substituer à l'oxyde cuivrique d'autres composés semi-conducteurs?

On sait depuis les travaux de Tubandt que les composés dont il s'agit forment trois groupes :

1° Les corps qui comme PbS, SnS présentent la conductivité purement métallique ou électronique.

2° Ceux qui ont une conductivité uniquement électrolytique, le passage du courant est lié à un déplacement d'ions, le sulfure d'argent cubique appartient à ce groupe.

3° Les corps à conductivité mixte comme le sulfure d'argent orthorhombique, l'oxyde cuivrique, etc.

Chose curieuse, les semi-conducteurs du premier groupe et en particulier la galène ferment des conducteurs non rectifiants.

Cette constatation est importante, elle montre que la galène en particulier se comporte comme un métal pauvre en électrons libres. Ses propriétés rectifiantes, que l'on constate quand on l'utilise d'une autre manière, s'expliqueraient comme celles des contacts métalliques (1).

Pour les condensateurs fermés avec les composés du troisième groupe (2), il faut chercher une autre explication de leurs propriétés rectifiantes.

Ces composés qui conduisent électrolytiquement donnent lieu à des phénomènes de polarisation que nous avons pu mettre nettement en évidence, nous avons même pu constater que la force électromotrice de polarisation est beaucoup plus importante quand CuO est négatif.

---

(1) Pélabon, *Sur la théorie électronique des mauvais contacts* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 620).

(2) Nous laissons de côté pour le moment les composés du deuxième groupe.

Il nous semble que la conductivité unilatérale pourrait se comprendre par une inégale polarisation des deux électrodes dissemblables, le cuivre oxydé et les condensateurs que nous avons décrits seraient alors analogues au détecteur électrolytique du Général Ferrié.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre à l'état fondu entre le calcium, le sodium et leurs chlorures.* Note (1) de M. E. **Rinck**, transmise par M. H. Le Chatelier.

La réaction $Ca + 2NaCl \rightleftharpoons 2Na + CaCl^2$ a été étudiée récemment par Rich, Lorenz et Winzer (2). Les résultats théoriques et expérimentaux obtenus par ces auteurs étant en désaccord complet avec la règle des phases, j'ai repris l'étude de ce système.

Règle des phases. — Les métaux calcium et sodium étant partiellement miscibles, trois cas peuvent se présenter :

a. Phase métallique homogène : tout le calcium est dissous dans le

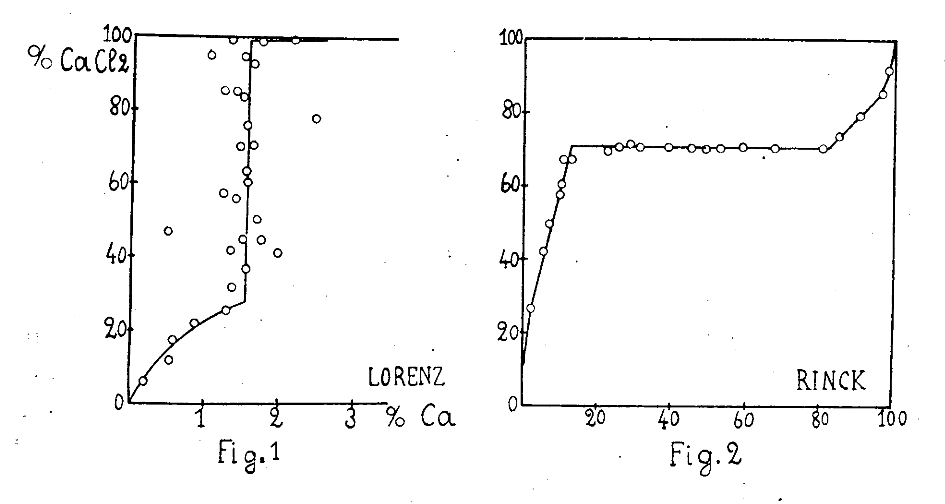


Fig. 1 Fig. 2

sodium. Le système est bivariant, à température donnée la composition de la phase saline dépend uniquement de celle de la phase métallique.

b. Deux phases métalliques : solution saturée de Ca dans Na et solution

(1) Séance du 18 août 1930.

(2) R. Lorenz et R. Winzer, *Z. anorg. allg. Ch.*, 181, 1929, p. 193.

saturée de Na dans Ca : système monovariant. A température donnée toutes les compositions sont fixées.

c. Phase métallique homogène : tout le sodium est dissous dans le calcium : système bivariant comme dans le premier cas.

En portant en abscisses les concentrations des métaux en Ca, en ordonnées celles des sels en $CaCl^2$, le diagramme doit présenter l'aspect de la figure 2 et non celui de la figure établie d'après les expériences de Lorenz et Winzer. En effet dans le cas *b*, à température donnée toutes les concentrations sont fixées, notamment celle de $CaCl^2$ dans la phase saline. La concentration de chaque phase métallique est fixée également, mais leurs masses respectives varient, il s'ensuit que la concentration globale de Ca doit varier également. Dans le cas *b*, le diagramme doit donc présenter une partie droite parallèle à l'axe des abscisses.

Partie expérimentale. — L'équilibre peut être facilement atteint soit en partant de sodium et de chlorure de calcium, soit de calcium et de chlorure de sodium. Sauf pour quelques essais, je suis toujours parti de calcium fractionné dans le vide et de NaCl pur fondu, ces corps n'étant pas hygroscopiques comme Na et $CaCl^2$. Le mélange était chauffé à 850°C. dans des tubes d'acier scellés. Après 20 minutes d'agitation en position horizontale, on laissait reposer le tube un temps égal en position verticale pour faciliter la séparation des deux phases

Partie analytique. — Une séparation mécanique complète des phases étant impossible, il a semblé suffisant d'effectuer l'analyse de la phase saline, toujours homogène. Le sodium dissous était séparé par lavage à l'alcool absolu et dosé par la nouvelle méthode de Kahen ; Ca dissous, $CaCl^2$ et NaCl furent déterminés par les méthodes usuelles. Connaissant ainsi la composition exacte de la phase saline, il était facile de déterminer celle de la totalité des métaux, toujours mélangés à une petite partie des sels. Lorenz et Winzer, ayant opéré dans des tubes en verre, ont effectué l'analyse du système par séparation mécanique et pesée des différentes phases. Une dizaine d'essais m'ont montré que cette méthode est défectueuse, vu qu'il est matériellement impossible d'arriver à une séparation quantitative des métaux et des sels.

Les résultats obtenus sont résumés pour la température de 850°C. sur la figure 2. (Concentrations pour 100 en poids pour les deux figures.) La courbe a bien la forme prévue par la règle des phases. A 850°C. le système invariant a donc la composition suivante :

Phase saline : 71 pour 100 $CaCl^2$;

Phase métallique légère : solution saturée à 13 pour 100 de Ca dans Na;

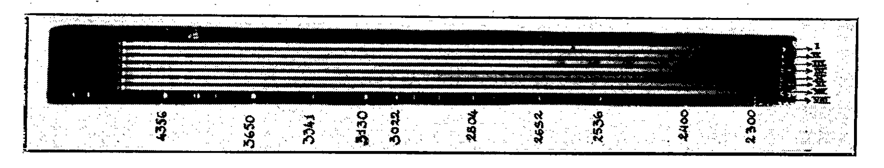
Phase métallique lourde : solution saturée à 17 pour 100 de Na dans Ca.

Des essais faits à 975°C. et 1100°C. ont montré que l'effet thermique de la réaction est voisin de zéro.

Remarquons encore qu'un tel système se prête au tracé de la courbe de miscibilité, en fonction de la température, des métaux prenant part à la réaction d'équilibre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés de l'alcool absolu.* Note [1] de MM. **J. Barbaudy** et **A. Lalande**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Les nouveaux procédés azéotropiques permettent maintenant d'obtenir industriellement de l'alcool absolu très pur. Au laboratoire cette substance est difficile à préparer à la fois anhydre et pure en quantités importantes : quelles que soient les méthodes employées, il se forme des traces de produits d'oxydation qui communiquent à la matière un mauvais goût de poisson. Ayant à entreprendre une étude sur les propriétés des mélanges d'alcool éthylique, d'éther et d'eau, nous nous sommes adressés à l'industrie qui a mis à notre disposition 100 litres d'alcool absolu dont nous donnons dans la présente Note les propriétés.



Spectres n^{os} I et VI : alcool étudié; spectre n° II : alcool partiellement oxydé; spectre n° III : alcool contenant des traces de carbures cycliques; spectre n° IV : alcool contenant du cyclohexane; spectre n° V : alcool contenant des traces d'alcoolates alcalino-terreux; spectre n° VII : cuve du spectrographe vide; spectre n° VIII : arc au mercure.

Analyse. — Produit limpide, incolore, neutre, ayant bon goût et bonne odeur; absence d'aldéhydes au réactif de Schiff, absence de carbures (méthode de Guinot, *Bull. Soc. chim.*, 2, 1925, p. 1008), enfin transparence parfaite dans l'ultraviolet (voir la figure). La densité à 25° ± 0,02 est égale

(1) Séance du 18 août 1930.

à 0,78523 ce qui correspond à une teneur en alcool de 99,96 pour 100 en poids.

Point d'ébullition. — Il a été déterminé avec un ébullioscope Swiétoslawski au moyen d'un thermomètre Baudin lu à 0°,01 avec une lunette.

Ce thermomètre possédait un grain de mercure entre le point 0 et le point 50. On profitait de cette circonstance pour déterminer le coefficient de dilatation apparent du mercure d'où l'on déduisait la correction de colonne. Par immersion ou émersion du grain, toutes choses restant égales d'ailleurs, on observait deux points d'ébullition apparents dont la différence permettait de calculer le coefficient de dilatation apparent au mercure. On a trouvé : 0.000145.

Indices de réfraction et dispersion. — Nous avons employé un dispersoréfractomètre Féry vérifié à l'aide d'eau bisdistillée.

TABLEAU DES POINTS D'ÉBULLITION.

Exp. n°.	Nature du liquide.	P mm.Hg.	T° Eb.
1	Eau (vérification)	760,0	99,990
2	Alcool à 99,96 %	760,0	78,385
3	id.	755,6	78,245
4	id.	758,8	78,345
5	id.	761,9	78,470
6	id.	760,0	78,390
7	id.	761,8	78,455
8	id.	756,6	78,275
9	id.	754,7	78,240
10	id.	758,6	78,355
11	id.	754,3	78,200
12	id.	760,0	78,380
13	id.	754,3	78,220
14	Eau (vérification)	760,0	100,000

Point d'ébullition adopté,

$$P.E_{760} = 78°,385 \pm 0,01 \quad \text{et} \quad [dT/dP]_{760} = 0,034°/\text{mm}.$$

TABLEAU DES INDICES.

	Alcool.					*Eau.*	
	Longueurs d'onde.					Longueur d'onde 0μ,589.	
	0μ,671.	0μ,589.	0μ,578.	0μ,546.	0μ,436.	Théoriques (¹).	Trouvés.
n_{20}	1,3591	1,3612	1,3616$_5$	1,3627	1,3690	1,33300	1,3330
n_{25}	1,3570	1,3591	1,3594$_5$	1,3606	1,3669	1,33250	1,33245
n_{30}	1,3549	1,3570	1,3574	1,3586	1,3648	1,33190	1,3319

(¹) LANDOLT-BÖRNSTEIN, *Table* (supplément, 1927).

Pour les λ comprises entre $0^{\mu},436$ et $0^{\mu},671$ $dn/dt = 0,00042 \pm 0,00001$.

Tension superficielle. — Nous avons employé le tensiomètre de Lecomte du Noüy. D'après cet auteur (1) on a

$$\gamma = P/2\pi R \tag{I}$$

où R est le rayon de l'anneau, P la traction, en dynes, sur l'anneau à la rupture, γ la tension superficielle en dynes par centimètre.

Nous avons préféré utiliser la formule de Harkins et Jordan (2)

$$\gamma = (P/2\pi R) \times f(R^3/V,\ R/r), \tag{II}$$

où r est le rayon du fil de l'anneau V le volume maximum de liquide soulevé et $f(R^3/V, R/r)$ est un coefficient dont les valeurs en fonction de R^3/V et R/r sont données par Harkins sous forme de tableaux.

On admet pour l'eau à 22° la valeur $\gamma_e^{eau} = 72,43$ dynes/cm (3).

On a trouvé $P/2\pi R = 72,35$, d'où, d'après la formule (II),

$$\gamma_t^{eau} = 72,35 \times 0,991 \qquad \text{et} \qquad \frac{\gamma_e^{eau}}{\gamma_t^{eau}} = 1,010.$$

Nous admettrons que cette correction provient de l'inclinaison du plan de l'anneau sur l'horizon et que ce coefficient se conserve en valeur relative pour les autres mesures.

Pour l'alcool on a trouvé à 21°

$$P/2\pi R = 24,15 \pm 0,05, \qquad \text{d'où} \qquad \gamma_e^{alc} = 22,10 \pm 0,05 \text{ dyne/cm}.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Changement de composition du constituant cémentite au cours du revenu des aciers spéciaux.* Note (4) de MM. **Albert Portevin** et **Pierre Chevenard**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans les fontes blanches au manganèse et au chrome, le point de Curie de la cémentite et l'amplitude de l'anomalie dilatométrique de ce carbure varient d'une façon continue avec la teneur en addition. Nous en avons

(1) *Équilibres superficiels des solutions colloïdales.*
(2) *J. Am. Chem. Soc.*, **52**, 1930, p. 1751.
(3) *Intern. Crit. Tables*, **4**, p. 447.
(4) Séance du 18 août 1930.

conclu à l'existence de solutions solides de carbures ou cémentites complexes, et nous avons signalé la possibilité d'étudier, par l'analyse dilatométrique, comment varie le partage de l'addition entre les phases cémentite et ferrite, au cours du traitement des aciers au manganèse ou au chrome (¹). Voici, à titre d'exemple, l'évolution des phénomènes au cours du revenu d'un acier à 1,5 pour 100 de carbone et 2 pour 100 de manganèse hypertrempé.

L'échantillon, préalablement trempé à 1180° dans l'eau, traitement qui laisse l'acier à l'état austénitique, est étudié au dilatomètre différentiel par la méthode des revenus isothermes : chauffe à la vitesse de 250° par heure et maintien de la température visée θ_r pendant 7 heures. Le résultat de chaque revenu est caractérisé par les

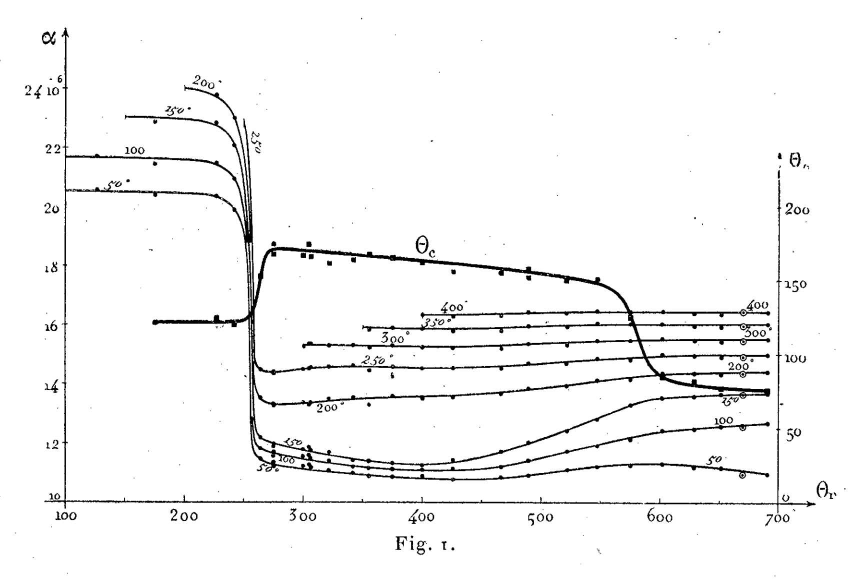


Fig. 1.

valeurs de la dilatabilité α (*fig.* 1), calculées d'après la courbe de refroidissement depuis la température θ_r jusqu'à l'ambiante, par la température θ_c du point de Curie de la cémentite, par l'amplitude $\mathcal{C}$ de l'anomalie de la cémentite, par l'expansion totale $\frac{\delta L}{L_0}$ résultant du cycle thermique, par le gain de dureté $\delta\Delta$ (*fig.* 2) et par les valeurs, relatives à 20°, de la résistivité ρ, de l'aimantation rémanente $\mathcal{I}_r$ (correspondant à un champ de 900 gauss), et du champ coercitif $\mathcal{H}_c$. Ces grandeurs sont portées sur les figures ci-jointes en fonction de la température de revenu θ_r.

(¹) P. Chevenard et A. Portevin, *Résultats obtenus par l'étude dilatométrique des fontes* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1482).

Au-dessous de 200°, le revenu amène la précipitation d'un carbure dont le point de Curie est d'environ 120°, mais le fer reste à l'état γ. Le retour de l'état γ à l'état α s'amorce entre 200° et 225°. Ce retour, caractérisé par

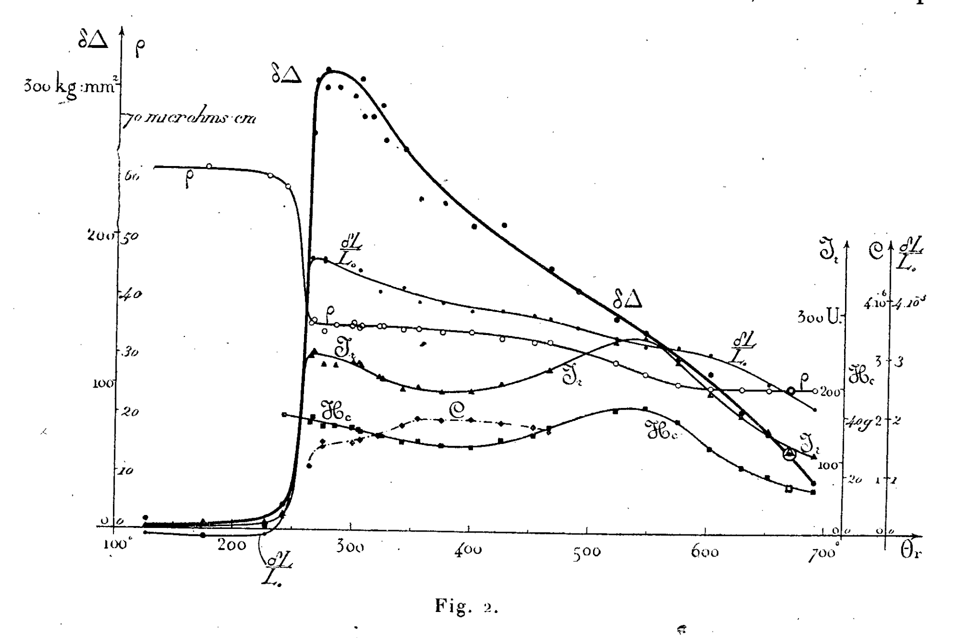


Fig. 2.

la chute de la dilatabilité et de la résistivité, par la brusque augmentation de la dureté, de l'aimantation rémanente $\mathcal{J}_r$ et de l'expansion $\frac{\delta L}{L_0}$, est pratiquement complet à partir de 260° : l'allure faiblement descendante des isothermes 50°, 100° et 150° de la dilatabilité, pour θ_r compris entre 260° et 400°, s'explique, en effet, par les changements de l'anomalie de la cémentite. Le carbure, précipité au cours de la transformation $\gamma \rightarrow \alpha$ du fer, est distinct du carbure libéré au-dessous de 200°; son point de Curie est plus élevé de 50 degrés : il est donc plus pauvre en manganèse.

Après revenu à température peu supérieure à 260°, le carbone n'est pas tout entier à l'état de carbure, puisque l'anomalie de la cémentite n'a pas son amplitude totale : une partie est à l'état dissous. Comme le fer est à l'état α, il faut admettre la réaction : austénite $\rightarrow$ agrégat « martensite + carbure ». A mesure que θ_r s'élève, la martensite formée est de moins en moins carburée, résultat prouvé par l'accroissement de l'anomalie $\mathcal{C}$, la baisse rapide de la dureté, la diminution graduelle de la résistivité et de l'expansion $\frac{\delta L}{L_0}$.

Après revenu à 400°, l'acier est tout entier à l'état de sorbite, c'est-à-dire d'agrégat « carbure + ferrite à peu près exempte de carbone ». Pour les températures θ_r plus élevées, le carbure précipité pendant la chauffe réagit sur la ferrite et s'enrichit en manganèse à ses dépens; d'où baisse du point de Curie de la cémentite, changement d'allure des isothermes 50°, 100° et 150° de la dilatabilité, baisse de la résistivité et modification des propriétés magnétiques.

Ainsi, par l'analyse dilatométrique complétée par l'étude de la résistivité, on obtient un faisceau de données permettant de suivre les changements de concentration et de proportion des trois phases : cémentite, solution α et solution γ. Ces changements, joints aux modifications de la finesse de structure indiquées par l'examen micrographique, expliquent complètement les variations de la dureté et des propriétés magnétiques de l'acier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude au moyen des rayons X, de certains éthers de la cellulose et du glucose.* Note (1) de M. **A. Nowakowski**, transmise par M. Maurice de Broglie.

On a critiqué récemment le modèle de la cellulose donné par O. L. Sponsler et W. H. Dore (2) et par K. H. Meyer et H. Mark (3) qui éclaire cependant parfaitement les propriétés physiques et chimiques de celle-ci, et qui est basé sur la liaison glucosidique de la cellobiose en chaînes de valences principales dans la direction des fibres cellulosiques : K. Hess et C. Trogus (4) ont indiqué que les éthers à longues chaînes de la cellulose, par exemple l'éther tristéarique, devaient donner un diagramme de fibres, les longues chaînes étant placées perpendiculairement à l'axe de la fibre.

Dans une première série d'expériences nous avons fait l'analyse röntgenographique de la structure des éthers dilaurique et distéarique de la cellulose obtenus par A. Grün et F. Wittka (5) et des mêmes éthers obtenus par nous dans différentes conditions expérimentales (réactions dans les mélanges benzène-pyridine et benzène-quinoléine pendant des temps allant

(1) Séance du 18 août 1930.
(2) O. L. Sponsler et W. H. Dore, *Colloid Symp. Monogr.*, 4, 1926, p. 174.
(3) K. H. Meyer et H. Mark, *Ber. d. d. chem. Ges.*, 61, 1928, p. 593.
(4) K. Hess et C. Trogus, *Ber. d. d. chem. Ges.*, 61, 1928, p. 1982.
(5) A. Grün et F. Wittka, *Z. ang. Chemie*, 34, 1921, p. 645.

jusqu'à six semaines). Les diagrammes de ces corps montrent très nettement que la structure interne de la cellulose a été complètement détruite par la fixation des longues chaînes aliphatiques; on n'obtient plus que des diagrammes de Debye-Scherrer au lieu des diagrammes de fibres. Les distances réticulaires attribuables aux anneaux les plus intenses ont une valeur de 4,5 Å pour les éthers dilauriques de la cellulose et 4,4 Å pour les éthers distéariques, ce qui est en bonne concordance avec la valeur trouvée par K. Hess et C. Trogus [1] pour l'éther tristéarique.

Étant donné que les éthers cellulosiques, à cause de leur nature microcristalline, ne permettent que l'emploi de la méthode de Debye-Scherrer, insuffisante ici, nous avons cherché à définir indirectement leur structure chimique par l'étude des corps moins compliqués et constituant les éléments fondamentaux de la cellulose, c'est-à-dire du glucose et de la cellobiose.

Dans ce but, nous avons préparé des cristaux uniques ou des faisceaux de fibres bien orientées. Nous avons réussi à faire ainsi un diagramme de cristal tournant de l'éther α-pentacétique du glucose et des diagrammes de fibres des éthers α-pentalaurique et α-pentapalmitique. Pour obtenir ces deux derniers composés sous la forme fibreuse, nous les avons fait cristalliser dans un thermostat à 20° C. dans une solution de chloroforme-alcool absolu.

Dans le Tableau suivant nous indiquons les valeurs des périodes d'identité I suivant la direction de l'axe des fibres. Il en ressort :

Tableau.

Éthers du glucose.	μ.	I.	
α-pentacétique	16°.36',5	5,39 Å	
α-pentalaurique	16.42	5,36	
	35.38	5,28	(2e ordre)
α-pentapalmitique	16.38,5	5,38	

que les éthers de glucose se disposent toujours suivant une seule et même direction qui coïncide avec le côté de la cellule élémentaire défini dans le Tableau (5,28 — 5,39 Å).

En outre, la discussion des diagrammes permet de constater que les

(1) K. Hess et C. Trogus, *loc. cit.*

longues chaînes aliphatiques de ces éthers sont placées perpendiculairement, ou presque perpendiculairement, à l'axe des fibres; on observe en effet, sur l'équateur, de forts points d'interférences dont la position varie régulièrement avec la longueur des chaînes carbonées introduites dans la molécule du glucose.

Conclusions. — Nous avons pu constater que les molécules de certains éthers du glucose sous forme fibreuse présentent toujours la même direction, et que les longues chaînes aliphatiques sont placées plus ou moins perpendiculairement à l'axe de fibre. Ces résultats sont en bonne concordance avec les conclusions que permet de tirer le modèle de la cellulose donné par Sponsler et Dore, et Meyer et Mark. Néanmoins, il reste à trouver la raison pour laquelle les éthers cellulosiques à longues chaînes substituées ne donnent que des diagrammes indiquant un arrangement irrégulier des cristaux (diagrammes de Debye-Scherrer), comme nous l'avons indiqué au début de cette Note. Nous espérons pouvoir étudier ce phénomène en étendant nos recherches aux éthers du β-glucose, de la cellobiose et d'autres polysaccharides.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène et de ses carbures sur le baryum.* Note de M. **Paul Remy-Genneté** transmise par M. H. Le Chatelier.

L'hydrogène peut se combiner au baryum dès la température ordinaire. L'essai a été réalisé avec du baryum préparé par la méthode de Guntz, puis redistillé : $1^g,84$ de baryum ainsi obtenu a été soumis à l'action de l'hydrogène pur et sec dans un tube de verre mesurant 234^{cm^3} rempli d'hydrogène à 20° sous 639^{mm} de pression; au bout de deux mois et demi, la pression était descendue aux environs de 1^{mm}; des mesures précises de la tension de dissociation de l'hydrure de baryum ainsi obtenu seront faites à cette température de 20°.

La même expérience, tentée dans des conditions analogues avec le méthane et l'acétylène, n'a montré aucune trace d'absorption après un mois de contact; cette différence d'action vis-à-vis du baryum de l'hydrogène et de ses carbures pourrait servir de base à une méthode de séparation de l'hydrogène dans un mélange de ce gaz avec du méthane et de l'acétylène. Il est possible d'ailleurs que la réaction soit rendue plus rapide avec du métal plus divisé (des essais en ce sens sont en cours).

L'oxyde de carbone ne réagit pas non plus dans les mêmes conditions. Quant à l'azote, il fera l'objet d'une étude spéciale.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'inflammation et la combustion des mélanges de pentane et d'air.* Note [1] de MM. **M. Prettre**, **P. Dumanois** et **P. Laffitte**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Dans une précédente Note, nous avons montré que, lorsqu'on envoie un courant continu d'un mélange d'air et de pentane en excès, dans un récipient dont on élève progressivement la température, on observe deux inflammations du mélange gazeux : la première entre 270 et 300°, et la seconde au delà de 660°. Entre 300 et 660°, ces mélanges ne donnent pas de flammes, mais sont seulement lumineux lorsqu'on les observe dans l'obscurité. Nous avons étudié l'influence sur ces phénomènes de corps ayant des propriétés antidétonantes ou pro-détonantes : ce sont les résultats de ces recherches qui sont rapportés dans la présente Note.

Ces expériences ont été faites à l'aide du dispositif déjà décrit. Le corps dont on étudiait l'influence était ajouté à l'état liquide, en quantité mesurée, au pentane, et ce mélange liquide était alors vaporisé dans un courant d'air comme il a été expliqué dans le cas du pentane pur.

Nous avons d'abord étudié le benzène qui a des propriétés légèrement antidétonantes. L'addition de quantités croissantes du benzène dans le pentane élève la température à laquelle commence la première inflammation. Si la quantité de benzène ajoutée au pentane est comprise entre 3 et 7 à 8 pour 100 (en volume), cette température croît de 260 à 285°. En même temps, la flamme se propage plus lentement. Elle est moins brillante et plus diffuse au milieu d'une sorte de halo lumineux. La température maxima au-dessus de laquelle ne peut plus se produire cette combustion n'est pas modifiée : elle est toujours de 300° environ.

Quant à la luminosité qui apparaît avant la flamme, elle n'est plus perceptible qu'à partir de 250° (au lieu de 220° en l'absence de benzène). Si la quantité de benzène ajoutée au pentane est supérieure à 8 pour 100, on n'observe plus de combustion entre 260 et 300°. Quant à la luminosité du mélange gageux, elle ne commence à apparaître qu'à des températures de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on augmente la proportion de

---

[1] Séance du 25 août 1930.

benzène dans le pentane. Pour un mélange contenant 25 pour 100 de benzène dans le pentane, elle ne commence à apparaître que très faiblement au-dessus de 280°. Mais la température d'inflammation supérieure (660°) n'est pas modifiée par la présence de quantités, même assez grandes, de benzène dans le pentane.

L'étain tétréthyle, qui a des propriétés antidétonantes un peu plus énergiques que le benzène produit des effets analogues, mais pour des concentrations plus faibles. Ainsi 1 pour 100 d'étain tétréthyle dans le pentane produit à peu près le même effet que 7 pour 100 de benzène. A 285° on n'obtient pas, à cette concentration, une véritable flamme, mais il se propage dans le récipient une luminosité diffuse très intense.

Le plomb tétréthyle, qui est le meilleur antidétonant connu, produit des effets plus énergiques encore. Nous l'avons employé comme on l'utilise habituellement, c'est-à-dire sous forme d'éthylefluide, composé de 55 pour 100 de plomb tétréthyle, 36 pour 100 de bromure d'éthylène et 9 pour 100 de monochloronaphtalène. Une proportion de 4 pour mille d'éthylefluide dans le pentane supprime complètement la première inflammation des mélanges de pentane et d'air.

De plus l'apparition de la luminosité est retardée jusque vers 340° pour les mélanges air-pentane tenant moins de 4 pour 100 de pentane (en volume) et jusque vers 290° pour un mélange contenant 11,55 pour 100 de pentane dans l'air. La température à laquelle se produit la seconde inflammation n'est pas modifiée, sauf cependant pour les mélanges très riches en pentane (plus de 6 pour 100), c'est-à-dire les mélanges situés bien au delà de la limite supérieure d'inflammabilité ordinaire. Ces mélanges s'enflamment au-dessus de 700°, et même de 750° (pour les mélanges à plus de 13 pour 100 de pentane) en l'absence de plomb tétréthyle; mais en présence de plomb tétréthyle on n'obtient plus d'inflammation, même à 800°.

Le nitrite d'amyle, qui a été signalé comme ayant des qualités pro-détonantes, ajouté à la teneur de 1 pour 100 en volume dans le pentane liquide élève la température de première inflammation jusque vers 285°. Mais son action la plus nette et la plus caractéristique est que, dans ce cas, la vitesse avec laquelle se propage la flamme est très nettement accélérée, alors que les antidétonants la ralentissent notablement (lorsqu'ils sont à une concentration trop faible pour la supprimer).

En résumé, dans le cas des mélanges air-pentane riches en pentane, les antidétonants ont une action très nette surtout sur la première inflamma-

tion qui, ou bien se produit à température plus élevée, ou bien est supprimée si l'antidétonant est énergique, ou en quantité suffisante. De plus, lorsqu'ils ne les suppriment pas, ils ralentissent la vitesse de cette flamme, alors qu'au contraire un pro-détonant l'accélère.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'action du chlorure d'aluminium sur les cétones arylaliphatiques, aliphatiques et hydro-aromatiques en présence d'amines aromatiques tertiaires.* Note (¹) de MM. **Ch. Courtot** et **V. Ouperoff**, présentée par M. Delépine.

Nous avons établi, dans une précédente Note, que les cétones aromatique des séries benzénique, naphtalénique et fluorénique se condensaient avec les amines aromatiques tertiaires, en présence de chlorure d'aluminium et que les groupements diméthylaminés mettaient obstacle à cette condensation. Il convenait d'examiner comment les cétones arylaliphatiques se comportent dans les mêmes conditions. L'expérimentation a porté sur l'acétophénone, la benzylidène-acétone, la benzylidène-acétophénone et l'α-indanone. En général, nous n'avons pas observé de condensation de la cétone avec l'amine tertiaire dans ces cas, mais des phénomènes de condensation d'une molécule de cétone sur une ou plusieurs autres molécules de cette même cétone.

Avec l'*acétophénone*, par exemple, bien que nous ayons fait varier méthodiquement la température, la dilution des corps réagissants, nous aboutissons toujours au terme, considéré par Delacre [2] comme l'ultime autocondensation : le triphénylbenzène (F = 170°). Le rendement peut atteindre 50 pour 100, et c'est là, semble-t-il, un mode pratique de préparation de cet intéressant carbure.

La fragilité de la *benzylidène acétone* est telle, dans nos conditions d'expérience, que nous n'arrivons qu'à des résines, *sans caractère basique* et desquelles nous n'avons pu isoler jusqu'à présent, aucun composé défini.

La *benzylidène acétophénone* opposée à la diméthylaniline, en présence de Cl^3Al, à la température de 30°-40°, conduit à un composé d'addition de la diméthylaniline sur la liaison double, fait à rapprocher de ce qu'a observé Vorlaender [3] avec le benzène. A température élevée (91-92°) il y a scission de la molécule et formation du leucodérivé du vert malachite.

(¹) Séance du 25 août 1930.

(²) *Bull. Acad. Royale Belg.*, 1900, p. 68, 87.

(³) *Ber. d. d. chem. Ges.*, 56, 1923, p. 1144.

Dans le cas de l'*indanone*, l'aptitude de la molécule cétonique à se condenser avec elle-même est exclusive de toute autre réaction et nous formons ainsi l'anhydro-*bis*-indanone (F = 142°) et du truxène (F = 365-368°).

Il était évident, d'après les résultats précédents, que des cétones purement aliphatiques, telles que l'acétone ou la propione, donneraient lieu à des phénomènes de condensation sur elles-mêmes, plutôt que d'entrer en jeu avec la diméthylaniline. Nous avons pu isoler dans ces réactions, des termes intermédiaires, jusqu'ici obtenus soit par action des alcalis, soit au moyen des alcoolates magnésiens mixtes (1) (Grignard et Fluchaire).

En effet, avec l'*acétone* ordinaire, à la température de 10°, nous avons observé, comme Grignard et Fluchaire, la formation d'un cétol de formule brute $C^9H^{16}O^2$ qui doit correspondre vraisemblablement au terme précédant immédiatement la phorone, sans cependant qu'une démonstration de constitution ait été faite jusqu'à présent.

Avec la *propione*, le phénomène est beaucoup plus net, et à la température de 40°-50°, on arrive assez facilement, avec un rendement de l'ordre de 20 pour 100, c'est-à-dire très supérieur à celui obtenu avec les alcoolates magnésiens, au cétol simple provenant de l'addition de deux molécules de propione : le dipropione-alcool, identifié avec celui obtenu par Grignard et Fluchaire. Cette différence de rendement observée en utilisant soit les alcoolates magnésiens mixtes, soit Cl^3Al, est du reste tout à fait conforme à la théorie de M. Grignard : les alcoolates sont des énolisants et la preuve en a été donnée par la formation du benzoate d'énol. Alors que le chlorure d'aluminium est un cétonisant : aucun benzoate d'énol n'a pu être formé et en corrélation avec cet essai négatif, l'absorption de brome selon la technique de K. Meyer (2) a été absolument nulle, ce qui établit ici encore l'absence, ou pour le moins, la quantité négligeable d'énol formé.

Ces résultats acquis, il était intéressant de faire graviter dans notre expérimentation les cétones hydro-aromatiques, telles que cyclopentanone, cyclohexanone, subérone et camphre.

Seule, la *cyclohexanone* entre en réaction avec la diméthylaniline sous l'action de Cl^3Al pour donner, à la température de 40°-50°, le tétraméthyl-diamino-diphényl-1.1'-cyclohexane. Ce sont de fines aiguilles, incolores, assez solubles dans l'éther, plus difficilement dans l'alcool (F = 158°). A basse température, au contraire (10-20°), l'autocondensation est exclusive et nous isolons la cyclohexylène-α-cyclohexanone que nous avons caractérisée par son oxime (F = 152°) (3).

La *cyclopentanone* conduit déjà, à température ordinaire, à une masse goudronneuse d'où nous n'avons rien pu isoler, alors qu'à 0°, l'anhydrobicyclopentanone a été nettement caractérisée par son oxime (F = 123-124°) (3).

La *subérone* se condense aussi sur elle-même en cycloheptylène cycloheptanone déjà décrite par Godchot (4).

---

(1) *Annales de Chimie*, 9, 10e série, 1928, p. 23.
(2) *Liebigs Ann.*, 380, 1911, p. 212.
(3) *Ber. d. d. chem. Ges.*, 29, 1896, p. 2966.
(4) *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 1387.

Le *camphre* est resté complètement inaltéré.

En résumé, le chlorure d'aluminium agit comme condensant des cétones aromatiques avec la diméthylaniline, à la condition que les cétones ne renferment pas de groupement dialcoylaminé.

Pour toutes les autres cétones, le chlorure d'aluminium est un agent d'autocondensation qui sera souvent le réactif de prédilection pour ce genre de réactions (acétophénone, α-indanone, propione, subérone, par exemple).

Nous observons avec la cyclohexanone un résultat différent de ceux mentionnés avec les autres cétones hydro-aromatiques et ceci confirme l'opinion de Petrenko-Kritschenko ([1]) qui considère le carbonyle de cette cétone comme particulièrement actif. Elle ne se classe pas régulièrement dans la série de ses homologues.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur l'étage de végétation.* Note ([2]) de M. **Louis Emberger**, transmise par M. Ch. Flahault.

Nous avons indiqué le moyen d'exprimer le climat de façon synthétique ([3]). Cette possibilité permet de mettre plus d'ordre dans les groupements végétaux décrits et d'avoir une vue d'ensemble sur leur signification écologique et leurs rapports naturels.

On peut distinguer dans les limites du climat méditerranéen, climat de la *région méditerranéenne*, pris comme exemple, cinq climats méditerranéens *sous-régionaux;* ce sont : le *climat méditerranéen aride*, le *climat méditerranéen semi-aride*, le *climat méditerranéen tempéré*, le *climat méditerranéen humide* et le *climat méditerranéen de haute montagne*. Chacun d'eux peut être exprimé graphiquement par le procédé que nous avons indiqué. En traçant les limites de chacun de ces climats, on met en évidence cinq étages climatiques correspondant aux climats sous-régionaux.

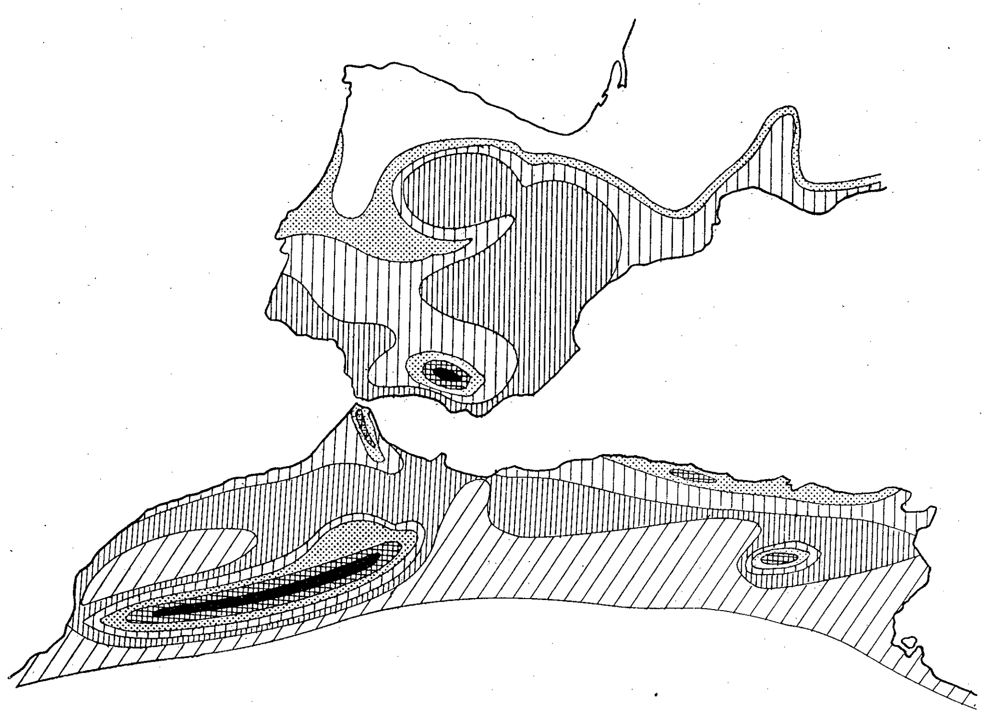
La délimitation des climats est provisoirement plus ou moins arbitraire; elle ne l'est pas plus que la délimitation des étages géologiques.

Les groupements végétaux qui peuplent chacun de ces étages climatiques sont écologiquement apparentés, comme le sont les genres d'une même

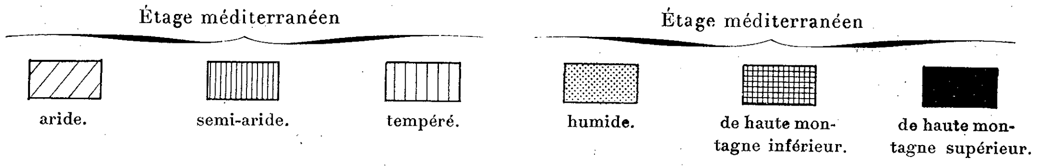
---

([1]) *J. f. prakt. Chem.*, **81**, 1910, p. 314.
([2]) Séance du 23 juin 1930.
([3]) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 389.

famille de plantes; leur ensemble forme un *étage climatique de végétation.* On distingue ainsi cinq étages climatiques de végétation correspondant chacun à un climat sous-régional : les étages de *végétation méditerranéen aride*, *semi-aride*, *tempéré*, *humide et de haute montagne.* Nous considérons comme appartenant au même étage de végétation, comme équivalents,



Répartition schématique des étages de végétation dans une partie de la région méditerranéenne. (Cette carte ne fixe pas des limites géographiques; elle indique seulement le développement de la région méditerranéenne dans les divers pays.)



comme semblables, tous les groupements végétaux croissant dans des conditions de milieu climatique caractérisant cet étage, quelle que soit leur composition floristique.

Nous faisons abstraction de la composition floristique; elle résulte des vicissitudes historiques (migrations, survivances, endémismes) plutôt que

des rapports réels entre végétation et milieu. Il convient de réserver aux subdivisions territoriales floristiques les termes de Domaine, Secteur, etc.

La région de végétation se subdivise en étages de végétation comme l'Ordre en Familles. L'étage, tel que nous l'entendons, nous apparaît comme l'unité systématique fondamentale en phytosociologie, comme la famille est l'unité systématique la plus claire. L'étage se décompose en sous-étages comme la famille en genres; c'est ainsi que nous pouvons distinguer pour l'étage méditerranéen aride le *sous-étage méditerranéen aride doux* ou *maritime et le sous-étage méditerranéen aride extrême* ou *continental*. Chaque sous-étage correspond à un type de climat sous-régional.

Les sous-étages se subdivisent eux-mêmes en *Associations*, comparables à l'Espèce. Nous n'insistons pas ici sur ce qu'il convient d'appeler du nom d'*Associations;* en cette matière, comme en Systématique, on peut voir grand ou petit, il importe peu pour l'instant.

Cette conception nouvelle de l'étage permet d'éclairer la végétation d'une région, comme elle a permis de faire la lumière dans la multiplicité des dépôts géologiques. On reconnaît tout de suite que de tous les pays méditerranéens, le Maroc possède seul la série complète des étages méditerranéens; la France, l'Italie, etc. n'ont qu'une faible part de région méditerranéenne.

Il y a parallélisme étroit dans l'expression des faits entre la géologie stratigraphique et la Géographie botanique. L'étage climatique de végétation, tel que nous le définissons, devient une unité qui a des caractères propres, pleinement dégagée et indépendante de l'altitude. Il était nécessaire de séparer complètement la notion d'étage de celle d'altitude, d'éviter ainsi des confusions entre un point de vue de Géographie régionale ou descriptive et un principe phytosociologique de classification rationnelle. Cette confusion a privé jusqu'à présent le terme étage d'une valeur scientifique précise.

La séance est levée à $15^h 15^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 SEPTEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le radium dans les organismes aquatiques.* Note ([1]) de M. **W. Vernadsky**.

L'étude de la radioactivité des organismes vivants permet déjà de faire quelques constatations sûres ([2]).

Je m'arrêterai aujourd'hui sur l'un de ces problèmes. On peut dès maintenant affirmer que les plantes aquatiques concentrent le radium de l'eau qu'elles habitent et que cette concentration est du même ordre que celle, depuis longtemps connue, des éléments chimiques nécessaires à la vie, tels que l'iode, le manganèse, le silicium, le phosphore, etc.

Nous observons, depuis 1926, du point de vue quantitatif, le contenu du radium dans les étangs naturels (lacs) de Péterhof (Institut biologique des Sciences Naturelles) et des environs de Kiev en Ukraine et déterminons le radium dans différentes espèces de *Lemna* qui y donnent chaque année des floraisons ([3]).

([1]) Séance du 4 août 1930.

([2]) W. Vernadsky, *Comptes rendus, de l'Académie des Sciences de l'Union*, 1929, p. 33, 1930 (sous presse). — B. Brunowsky, *Travaux du Laboratoire biogéochimique*, 1, 1930, p. 75. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de l'Union*, 1930 (sous presse).

([3]) Cette détermination entre dans la série de nos recherches sur la composition chimique des quatre espèces de *Lemna*, série des recherches ayant pour but de résoudre quantitativement le problème : La composition chimique de l'organisme, est-elle une propriété caractéristique des espèces vivantes, parfaitement analogue à leurs propriétés morphologiques? L'analyse chimique élémentaire permet-elle de distinguer sûrement et nettement les espèces et les races? Cf. W. Vernadsky, *Travaux du Laboratoire biogéochimique*, 1, 1930, p. 5 et suiv.

Les déterminations du radium ont été faites par B. Brunowsky et par B. Brunowsky et C. Kunaševa.

Les plantes ne peuvent tirer le radium que de l'eau des étangs, car les quantités qu'elles reçoivent des pluies sont si minimes, qu'elles sont certainement négligeables dans les conditions de nos expériences.

La comparaison du pourcentage (en poids) du radium dans la plante vivante et dans l'eau permet de mesurer l'intensité de la concentration du radium si elle existe. Les petites lentilles des *Lemna* correspondent à l'organisme complet et, par ce fait, permettent d'aborder le problème très simplement (¹).

Les déterminations de B. Brunowsky et de C. Kunaševa indiquent que le pourcentage du radium (en poids) varie selon les espèces de *Lemna* de 1.3×10^{-11} pour 100 jusqu'à 2.0×10^{-12} pour 100 de l'organisme vivant.

L'eau des étangs et des lacs contenait au maximum 8×10^{-14} pour 100 Ra. Les déterminations du radium de ces eaux au cours de la floraison maximum des *Lemna* à Péterhof (*Lemna minor* L. et *L. polyrhysa* L.) et à Kiev (*L. gibba* L. et *L. trisulca* L.) ont donné des résultats négatifs, c'est-à-dire que l'eau contenait alors moins de 2.10^{-14} pour 100 Ra (limite de la sensibilité de nos instruments). *Les lentilles vivantes des Lemna concentrent donc le* Ra *de* 100 *à* 650 *fois plus qu'il n'est concentré par l'eau.* On ne doit pas oublier que les *Lemna* vivantes contiennent jusqu'à 90 pour 100 d'eau.

La différence très nette de la quantité de Ra accaparé par les différentes espèces des *Lemna* est très marquée.

L'individu moyen de chaque espèce contient selon les mesures de Brunowsky et de Kunaševa (²) :

		Poids moyen.
		g
Lemna minor (³)	$1,02.10^5$ atomes de Ra	0,0025
Lemna gibba	$5,83.10^5$ »	0,002
Lemna trisulca	$8,91.10^5$ »	0,0031

Il est évident que le nombre très différent des atomes de Ra dans l'organisme vivant de différentes espèces n'est pas une fonction de la grosseur des individus.

(¹) W. Vernadsky, *loc. cit.*, I, 1930, p. 13 et suiv.

(²) Les données numériques : B. Brunowsky et C. Kunaševa, *loc. cit.*, 1930.

(³) Contient *Lemna polyrrhiza* qui a une concentration du radium, voisine de *L. trisulca*.

De nombreux problèmes biologiques et géochimiques surgissent. Par exemple, premièrement, il est évident que l'organisme n'extrait les éléments chimiques avec une telle intensité que quand ils lui sont nécessaires. Quel est donc le rôle du radium dans les processus vitaux des *Lemna ?*

Deuxièmement, l'élimination, dans les limites de l'exactitude de nos mesures, du radium des eaux naturelles par les organismes vivants ne peut pas être indifférente à la structure de ces eaux, car les atomes du radium agissent chimiquement sur les molécules de l'eau, en les décomposant en $O^2 + H^2$ et en H^2O^2. Cette réaction cesse ou diminue si l'organisme élimine les atomes du radium des eaux ou y diminue leur nombre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action protectrice du cholestérol contre les chocs provoqués par les floculats.* Note de M. **Auguste Lumière** et Mme **R.-H. Grange.**

Dans un travail présenté, il y a quelques mois, à la Société de Biologie, nous avons montré que les chocs provoqués par l'injection intra-vasculaire de produits hémolytiques de constitutions chimiques définies, tels que l'hexylrésorcine et certains homologues supérieurs des dérivés sulfoniques du naphtalène (Nékal), pouvaient être supprimés au moyen d'une imprégnation préalable par le cholestérol, administré en solution huileuse à 2 pour 100 par la voie sous-cutanée [1].

En ajoutant à la dose habituellement mortelle de ces substances $0^{cm^3},1$ de sérum de lapin préparé par des injections d'huile cholestérolée ou additionné, *in vitro*, de cholestérol, nous avons rendu les injections intracardiaques des produits choquants complètement inoffensives.

Il a suffi d'un poids de cholestérol n'atteignant pas $\frac{1}{10}$ de milligramme par kilogramme d'animal pour éviter tout accident chez des cobayes qui auraient invariablement succombé aux injections non additionnées de ces sérums.

En présence de ces remarquables phénomènes de protection, nous avons examiné si les stérols n'exerceraient pas la même action empêchante sur les chocs du type anaphylactique, qui, comme l'un de nous l'a démontré, ont

---

[1] Auguste Lumière et Mme R.-H. Grange, *Effet protecteur du cholestérol contre les chocs provoqués par les hémolytiques chimiquement définis* (*C. R. Soc. Biol.*, 104, 1930, p. 205).

pour cause première la formation d'une floculation dans le torrent circulatoire.

Pour examiner si les effets nocifs des floculats anaphylactiques ou anaphylactoïdes pourraient être atténués ou supprimés par l'imprégnation cholestérinique, nous avons tout d'abord injecté sous la peau, chez le cobaye, à trois reprises différentes et à deux jours d'intervalle, 4^{cg} de cholestérol en solution à 2 pour 100 dans l'huile d'œillette, puis, le lendemain de la dernière injection, nous avons introduit, dans le cœur gauche de ces animaux, 2^{cm^3} d'une suspension de sulfate de baryte dans le sérum physiologique, capables de déterminer un choc très violent chez les témoins. Or, les cobayes traités par le cholestérol tolèrent l'injection barytique sans présenter de troubles appréciables.

Les mêmes effets de protection ont été observés vis-à-vis du choc par l'encre de Chine.

Alors qu'une injection intra-cardiaque de 2^{cm^3} de cette encre, diluée au tiers, occasionne une crise extrêmement violente et même parfois mortelle, chez les témoins, cette même dose peut être supportée, sans provoquer d'accidents notables, par des cobayes ayant été préalablement imprégnés de cholestérol au moyen des injections huileuses administrées dans les conditions indiquées plus haut.

Les chocs anaphylactoïdes se traduisent, comme on le sait, par un profond dérèglement des fonctions de la vie végétative, qui consiste en phénomènes vasculaires, troubles circulatoires, respiratoires, vomissements, diarrhée, congestions, hémorragies, convulsions, paralysies, etc... Il n'est pas douteux que la crise cataclysmique soit la conséquence d'une action irritative purement mécanique causée par les substances insolubles, chimiquement inertes, introduites dans la circulation, sur les terminaisons nerveuses du système sympathique qui commande la régulation fonctionnelle des organes chez les animaux.

On doit alors se demander par quel processus les nerfs gris perdent ainsi leur sensibilité à l'excitation par les floculats.

Le premier problème à résoudre est de savoir si, du fait de l'imprégnation cholestérinique, la cellule nerveuse subit des modifications qui la rendent plus résistante ou bien si la présence de cholestérol dans le sang suffit à empêcher les désordres déclenchés par les floculats.

A cet effet, nous avons examiné si la simple addition, *in vitro*, de cholestérol aux précipités déchaînants était capable d'éviter tout choc, auquel cas la préservation serait difficilement imputable à une modification cellu-

laire qui ne saurait être aussi instantanée, mais plutôt à une sorte de mécanisme inhibiteur qui resterait à déterminer.

Le cholestérol étant insoluble dans l'eau, pour l'incorporer aux suspensions de précipités, il a fallu recourir à des dissolvants miscibles au liquide aqueux servant de substratum à ces précipités. Nous n'avons trouvé jusqu'ici qu'une seule substance remplissant les conditions requises : c'est le sérum sanguin.

Nous avons préparé des sérums cholestérolés par deux procédés différents :

1° Un lapin mâle, adulte, reçoit pendant un mois, tous les deux jours, une injection de 20^{cm^3} de solution huileuse de cholestérol à 2 pour 100. La teneur en cholestérol du sérum de cet animal, qui, avant le traitement, était de 0,87 pour 1000 s'élève, après l'imprégnation, à 1,90 pour 1000.

2° Le sérum d'un lapin normal est additionné, *in vitro*, d'un excès de cholestérol, puis mis à l'étuve pendant 24 heures en agitant fréquemment le mélange; l'excès de réactif est séparé par centrifugation. Le taux de cholestérol passe de la sorte de 0,95 à 1,50 pour 1000.

En mélangeant $0^{cm^3},6$ de ces sérums cholestérolés aux doses déchaînantes d'encre de Chine ou de suspension barytique, on évite les chocs, en général, quand on ne dépasse pas certaines doses de floculats. Nous nous sommes assurés, dans une expérience témoin, que le sérum normal, dans des conditions identiques, est inopérant.

Dans des essais qui feront l'objet d'un Mémoire ultérieur, nous montrerons que les mêmes effets se manifestent à l'égard de l'anaphylaxie proprement dite, ce qui était à prévoir *a priori* puisque, comme l'un de nous l'a démontré, le *primum movens* des phénomènes anaphylactiques est la floculation ([1]).

D'autres stérols sont également à l'étude, mais nous pouvons dès maintenant estimer que les substances de cette nature sont susceptibles de rendre d'importants services quand il s'agira de combattre les troubles relevant de précipitations et de floculations humorales dont l'anaphylaxie est l'une des modalités.

([1]) Auguste Lumière, *Le problème de l'anaphylaxie* (Paris, 1924; O. Doin et fils, éditeurs).

CORRESPONDANCE.

NOMOGRAPHIE. — *Nomogrammes pour les transformations entre les coordonnées rectangulaires et polaires et pour les fonctions hyperboliques complexes.* Note [1] de M. **Joergen Rybner**, transmise par M. d'Ocagne.

M. L. Abélès dans les *Comptes rendus* (190, 16 juin 1930, p. 1357) a décrit des nomogrammes pour les sinus et cosinus hyperboliques complexes.

Je demande la permission de rappeler que j'ai publié, sur un sujet similaire, un article intitulé : *Nomogrammes à points alignés et leur application pour des transformations entre les coordonnées rectangulaires et polaires et pour la représentation des fonctions hyperboliques complexes*, article qui a paru en octobre 1925 dans la publication de la Société des Ingénieurs Danois *Ingenioeren*, et qui a été traduit en anglais dans *General Electric Review*, Shenectady, États-Unis (mars 1930). Cet article contient diverses applications.

ALGÈBRE. — *Sur la théorie des restes normiques.* Note [2] de M. **Cl. Chevalley**, transmise par M. Hadamard.

Soit un corps de nombres algébriques k, et soit K un sur-corps galoisien de k. Désignons par $\mathfrak{p}$ un idéal premier de k, et par $\mathfrak{P}$ un facteur premier de $\mathfrak{p}$ dans K. Soient $\bar{k}$, $\bar{K}$, respectivement, les corps de nombres $\mathfrak{p}$-adiques, $\mathfrak{P}$-adiques de k, K, et soit $\bar{H}$ le groupe engendré dans $\bar{k}$ par $\bar{K}$.

THÉORÈME. — *La condition nécessaire et suffisante pour qu'un nombre β de k soit reste normique de* K *modulo* $\mathfrak{p}$ *est qu'il soit dans* $\bar{H}$.

1° Si β est dans $\bar{H}$, on a $\beta = N_{\bar{K}}^{\bar{k}}(\bar{B})$, $\bar{B}$ étant un nombre de $\bar{K}$. Désignons par K_z le corps de décomposition de $\mathfrak{P}$ et par $\mathfrak{P}_1, \mathfrak{P}_2, \ldots, \mathfrak{P}_r$ et $\mathfrak{P}_z = \mathfrak{P}''$ les divers facteurs premiers de $\mathfrak{p}$ dans K_z. On peut choisir dans K un

---

(1) Séance du 18 août 1930.

(2) Séance du 25 août 1930.

nombre B tel que

$$B \equiv \overline{B}(\mathfrak{P}^{nu}), \qquad B \equiv 1(\mathfrak{P}_1^n \mathfrak{P}_2^n, \ldots, \mathfrak{P}_r^n).$$

On constate facilement que $\beta \equiv N_K^k(B)(\mathfrak{p}^n)$.

2° Supposons que β soit reste normique de K modulo $\mathfrak{p}$. Soit K′ le plus grand corps contenu entre K_z et K : et abélien sur K_z, considéré comme nombre de K_z, β est reste normique de K′ modulo $\mathfrak{P}_z$. Soit $\mathfrak{P}'$ l'idéal premier de K′ qui est divisible par $\mathfrak{P}$, et soit $\overline{K'}$ le corps des nombres $\mathfrak{P}'$-adiques de K′. On constate facilement que $\overline{K'}$ est le plus grand corps compris entre $\bar{k}$ et $\overline{K}$, et abélien sur $\bar{k}$.

D'après l'extension donnée dans ma précédente Note d'un théorème de M. Hasse [1], on voit que les groupes associés dans $\bar{k}$ aux corps $\overline{K}$, $\overline{K'}$ sont les mêmes. Enfin le corps $\overline{K'}/\overline{K}$ étant abélien, β est dans le groupe $\overline{H}$. $\bar{\beta}$ étant un nombre de $\bar{k}$, on peut définir un symbole de reste normique, qui sera une substitution du groupe de $\overline{K'}/\bar{k}$, groupe qu'on peut appeler groupe normique de $\mathfrak{p}$ pour l'extension K/k; il suffit de poser

$$\left(\frac{\beta, K}{\mathfrak{p}}\right) = \left(\frac{\bar{\beta}, \overline{K'}}{\mathfrak{p}}\right).$$

Ce symbole est un caractère du groupe des nombres différents de 0 de $\bar{k}$. La condition nécessaire et suffisante pour qu'un nombre β de k soit reste normique de K est que $\left(\frac{\beta, K}{\mathfrak{p}}\right) = 1$. Pour calculer ce symbole, désignons par $\mathfrak{d}$ le discriminant relatif de K par rapport à k, et par $\mathfrak{d}_{\mathfrak{P}_z}$ la participation de $\mathfrak{P}_z$ à $\mathfrak{d}$ dans K_z. Choisissons dans K_z un nombre α tel que

$$\alpha \equiv \beta(\mathfrak{d}_{\mathfrak{P}_z}), \qquad \alpha \equiv 1\left(\frac{\mathfrak{d}}{\mathfrak{d}_{\mathfrak{P}_z}}\right)$$

et posons $\alpha = \mathfrak{P}_z^\lambda \mathfrak{B}, (\mathfrak{B}, \mathfrak{P}_z) = 1$. Soit $\mathfrak{B} = \Pi \mathfrak{Q}_i^{\lambda_i}$. Le symbobe $\left(\frac{K}{\mathfrak{Q}_i}\right)$ représente une classe de substitutions du groupe de décomposition de $\mathfrak{P}$. On peut donc considérer qu'il définit un élément bien déterminé du quotient de ce groupe par le groupe de ses commutateurs, donc encore un élément du groupe normique, élément qu'on peut encore désigner par $\left(\frac{K}{\mathfrak{Q}_i}\right)$. On a

$$\left(\frac{\beta, K}{\mathfrak{p}}\right) = \Pi\left(\frac{K}{\mathfrak{Q}_i}\right)^{\lambda_i}.$$

---

[1] C. Chevalley, *Sur un théorème de* M. Hasse (*Comptes rendus*, 191, 1930, p. 369).

Si K_1 est un corps compris entre k et K et galoisien sur k, le groupe normique pour $\mathfrak{p}$ de l'extension K_1/k est un groupe quotient du groupe normique de $\mathfrak{p}$ pour l'extension K/k. Le symbole $\left(\frac{\beta, K_1}{\mathfrak{p}}\right)$ est l'élément de ce groupe qui contient la substitution $\left(\frac{\beta, K}{\mathfrak{p}}\right)$.

Si K_2 est un corps compris entre K et k, et tel que K/K_2 soit galoisien, le groupe normique pour un facteur $\mathfrak{P}_2$ de $\mathfrak{p}$ dans K_2 dans l'extension K/K_2 est homomorphe à un sous-groupe du groupe normique pour $\mathfrak{p}$ de K/k. L'homomorphisme est exprimé par la formule

$$\left(\frac{B, K}{\mathfrak{P}_2}\right) \rightarrow \left(\frac{N\frac{k}{K_2}(B), K}{\mathfrak{p}}\right).$$

Enfin si K, K' sont deux sur-corps galoisiens de k, le groupe normique pour $\mathfrak{p}$ de KK'/k est un sous-groupe du produit direct des groupes normiques de K/k, K'/k, et l'on a

$$\left(\frac{\beta, KK'}{\mathfrak{p}}\right) = \left(\frac{\beta, K}{\mathfrak{p}}\right)\left(\frac{\beta, K'}{\mathfrak{p}}\right).$$

Les principales propriétés du symbole de restes normiques ont donc été étendues au cas des corps relativement galoisiens, à l'exception de la loi de réciprocité, dont l'énoncé même semble d'une généralisation difficile, les symboles de restes normiques relatifs aux divers idéaux premiers ne variant pas dans le même champ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Solutions logarithmiques d'une équation intégrale.* Note (1) de M. **Radu Badesco.**

Dans un Mémoire paru en 1929 [*Bulletin de la Société des Sciences* (Roumanie), 5, p. 13], nous avons étudié les solutions $\Phi|z|$ de l'équation intégrale linéaire

$$(1) \qquad \Phi(z) - \lambda\left\{F(z)\,\Phi(\alpha z) + \int_a^b K(z, s)\,\Phi(zs)\,ds\right\} = \Psi(z),$$

qui sont holomorphes autour de l'origine O_z du plan z. A cette étude on peut apporter un précieux complément en cherchant les solutions logarith-

(1) Séance du 21 juillet 1930.

miques de la forme

$$\Phi(z)=\sum_{i=0}^{n}\Phi_i(z)\log^{n-i}z, \tag{2}$$

les $\Phi_i(z)$ étant holomorphes autour de O_z. Nous allons exposer dans cette Note les résultats les plus importants obtenus dans cette voie.

Si l'on introduit l'expression (2) dans l'équation considérée, on détermine les $\Phi_i(z)$ à partir de $\Phi_0(z)$, solution de l'équation *homogène* (1), en résolvant un *système récurrent* d'équations intégrales de la forme (1). Nous avons le théorème :

Théorème I. — *L'équation intégrale* (1) *n'admet aucune solution* $\Phi(z)$ *de la forme* (2) *si* λ *est distinct de l'ensemble fermé* (L) *des pôles* λ_m *de la solution générale* $\Phi(z)$ *de* (1), *holomorphe en z au voisinage de l'origine*. (Pour plus de détails, *voir* Mémoire cité).

Solutions exceptionnelles. — Passons maintenant au cas où λ coïncide avec λ_m, supposé pôle *simple* de la solution générale $\Phi(z)$. Les résultats que nous exposerons s'étendent avec quelques modifications au cas des pôles multiples ; nous reviendrons dans un Mémoire plus détaillé sur ces extensions.

Équation homogène $[\Psi(z)\equiv 0]$. — Il y a en général deux catégories de solutions logarithmiques, les solutions S_1 dont l'existence est assurée par des *conditions supplémentaires* (¹) au sens de Fredholm, et les solutions S_2 qui remplacent les solutions holomorphes. Les expressions *formelles* des premières ont été trouvées par M. Browne (*Annales de la Fac. des Sciences de Toulouse*, 1912, p. 69), et correspondent aux conditions

$$\frac{\partial^p\lambda_m}{\partial\theta^p}=0, \qquad \frac{\partial^{n+1}\lambda_m}{\partial\theta^{n+1}}\neq 0 \qquad (p=1,\, 2,\, \ldots,\, n), \tag{3}$$

pour $\Psi(z)$ de la forme $z^\theta\Psi_1(z)$. On revient au cas considéré par nous en faisant $\theta=0$. Par notre méthode, nous avons obtenu *toutes* les solutions S_1 et S_2 et établi leur *caractère effectif*. Si les conditions (3) sont remplies, il y a $n+1$ solutions S_1 linéairement distinctes

$$C_p\sum_{i=0}^{p}\Phi_i(z)\log^{p-i}z \qquad (p=0,\, 1,\, \ldots,\, n), \tag{4}$$

les C_p étant des constantes arbitraires. Dans le cas des pôles simples, l'équation homogène (1) n'admet aucune solution S_2.

(¹) Conditions analogues à celles relatives à l'existence des solutions holomorphes.

THÉORÈME II. — *Si les conditions* (3) *sont satisfaites, l'équation homogène* (1), *pour* $\lambda = \lambda_m$, *admet* $(n+1)$ *solutions linéairement distinctes, holomorphes et logarithmiques, et la solution générale possédant ces caractères, dépend de* $(n+1)$ *constantes arbitraires.* On obtient son expression en additionnant les fonctions (4).

Équation avec second membre. — Nous savons que si $\lambda = \lambda_m$, pôle simple, l'équation (1) n'admet aucune solution $\Phi_1(z)$ holomorphe en z, que si une certaine condition [1] :

$$D_m = 0 \tag{5}$$

est remplie. Dans le cas contraire, supposant que les relations (3) sont satisfaites, elle admet une solution de la forme

$$\Phi_2(z) = \sum_{i=0}^{n+1} \Phi_i(z) \log^{n-i+1} z. \tag{6}$$

THÉORÈME III. — *L'équation avec second membre* (1), *pour* $\lambda = \lambda_m$ *admet, si* $D_m = 0$, *une solution particulière holomorphe en* z, *qui est remplacée par une solution logarithmique* S_2 *si* $D_m \neq 0$. *La solution générale* (*holomorphe ou logarithmique*) *s'obtient en ajoutant la solution générale de l'équation homogène* (1) *qui correspond au pôle* λ_m.

Il est à remarquer que, quel que soit λ_m, pôle multiple de $\Phi(z)$, l'équation (1) n'admet pas de solution représentée par une série logarithmique (n infini). Dans le cas des pôles multiples on a trois théorèmes analogues, mais plus compliqués. *Notre recherche généralise ainsi celle que nous avons faite sur les solutions holomorphes de* (1).

Généralisation. — Ces trois théorèmes s'étendent aussi à des équations intégro-fonctionnelles [2] parmi lesquelles mentionnons la suivante :

$$\Phi(z) = \lambda F(z) \Phi[\theta(z)] + \Psi(z), \tag{7}$$

qui généralise celle d'Abel et dont quelques types particuliers ont été sommairement étudiés par M. Picard dans le cours donné à la Sorbonne en 1927. On sait que l'équation d'Abel $[\lambda F(z) \equiv 1,\ \Psi(z) \equiv 1]$, admet une solution logarithmique si l'origine est un point *attractif*, tandis que l'équation homogène de Schröder admet une solution holomorphe. D'autre part, M. Picard trouve aussi une solution holomorphe pour une équation plus

---

[1] D_m est un déterminant d'ordre $(m+1)$.

[2] Voir *Comptes rendus de l'Académie de Belgique*, 5e série, 15, 1929, p. 1062.

générale $[\lambda F(z) \equiv 1,\ \Psi(o) = o]$. Nous pouvons maintenant expliquer ce fait qui semblait assez bizarre, en remarquant que la condition $\Psi(o) = o$ [1] est nécessaire et suffisante pour assurer l'existence d'une solution holomorphe en z au pôle $\lambda = 1$, condition non remplie pour l'équation d'Abel.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation aux dérivées partielles qui s'introduit dans un problème de moyenne.* Note [2] de M. **Luca Teodoriu.**

1. La formule de la moyenne

$$\int_a^{a+h} f(x)\,dx = hf(\xi) \qquad (\xi = a + \theta h,\ o < \theta < 1), \tag{1}$$

où $f(x)$ est une fonction continue, conduit à une valeur convenable ξ, comprise entre a et $a+h$. En général ξ, est une fonction de a et h.

Si l'on admet que $f(x)$ est deux fois dérivable et $\xi(a, h)$ admet des dérivées partielles du premier et du second ordre, on peut établir une équation aux dérivées partielles à laquelle satisfait $\xi(a, h)$.

En effet, on déduit de (1), par des dérivations successives,

$$f(\xi) + hf'(\xi)\left(\frac{\partial\xi}{\partial h} - \frac{\partial\xi}{\partial a}\right) = f(a), \tag{2}$$

et enfin

$$f'(\xi)\left[2\frac{\partial\xi}{\partial h} - \frac{\partial\xi}{\partial a} + h\left(\frac{\partial^2\xi}{\partial h^2} - \frac{\partial^2\xi}{\partial a\,\partial h}\right)\right] + f''(\xi)h\frac{\partial\xi}{\partial h}\left(\frac{\partial\xi}{\partial h} - \frac{\partial\xi}{\partial a}\right) = o. \tag{3}$$

Cette équation aux dérivées partielles du second ordre, permet de déterminer ξ chaque fois qu'il nous est donné la fonction $f(x)$ en utilisant la seule condition à la limite

$$\xi = a \quad \text{pour } h = o.$$

Ainsi, dans ces conditions si $f(x)$ est une fonction linéaire, on déduit par intégration $\xi = a + \frac{1}{2}h$; ce qui signifie que le point ξ est fixe et occupe le milieu de l'intervalle a, $a+h$.

Dans ce qui suit, nous nous proposons, en partant de l'équation aux

---

[1] Équivalente à $D_0 = o$.

[2] Séance du 28 août 1930.

dérivées partielles (3), de faire quelques remarques sur la position des points ξ, dans le cas où $f(x)$ est un polynome du second degré.

2. En se plaçant dans ce cas on a

$$\frac{f''(x)}{f'(x)} = \frac{1}{x+\lambda} \quad \text{(où } \lambda \text{ est une constante)}$$

et l'équation (3) devient

$$(4) \qquad (\xi+\lambda)h\frac{\partial}{\partial h}\left(\frac{\partial \xi}{\partial h} - \frac{\partial \xi}{\partial a}\right) + (\xi+\lambda)\frac{\partial \xi}{\partial h} + (\xi+\lambda)\left(\frac{\partial \xi}{\partial h} - \frac{\partial \xi}{\partial a}\right) + h\frac{\partial \xi}{\partial h}\left(\frac{\partial \xi}{\partial h} - \frac{\partial \xi}{\partial a}\right) = 0$$

qu'on peut écrire :

$$\frac{\partial}{\partial h}\left[\frac{1}{2}(\xi+\lambda)^2 + h(\xi+\lambda)\left(\frac{\partial \xi}{\partial h} - \frac{\partial \xi}{\partial a}\right)\right] = 0;$$

donc

$$(5) \qquad \frac{1}{2}(\xi+\lambda)^2 + h(\xi+\lambda)\left(\frac{\partial \xi}{\partial h} - \frac{\partial \xi}{\partial a}\right) = \varphi(a).$$

Notre condition à la limite impose $\varphi(a) = \frac{1}{2}(a+\lambda)^2$.

L'intégration de (5), en tenant compte de la condition aux limites, donne

$$(6) \qquad 3(\xi+\lambda)^2 = h^2 + 3h(a+\lambda) + 3(a+\lambda)^2.$$

3. Si dans la relation (6) nous remplaçons ξ par sa valeur $\xi = a + \theta h$ on obtient

$$(7) \qquad 3h\theta^2 + 6(a+\lambda)\theta = h + 3(a+\lambda).$$

Soient θ_1 et θ_2 les racines de (7)

$$\theta_1 + \theta_2 = -\frac{3(a+\lambda)}{h}, \qquad \theta_1\theta_2 = -\frac{1}{3} - \frac{a+\lambda}{h}.$$

En éliminant $\frac{a+\lambda}{h}$, on arrive à la relation

$$(8) \qquad 6\theta_1\theta_2 - 3(\theta_1\,\theta_2) + 1 = 0$$

linéaire par rapport aux fonctions symétriques fondamentales $\theta_1 + \theta_2$ et $\theta_1\theta_2$.

On peut donc appliquer un théorème de Grâce [*Proceedings of the Cambridge philosophical Society* (1900-1902)].

Si θ_1 et θ_2 vérifient une relation de la forme (8), l'équation en z

$$(9) \qquad 6z^2 - z + 1 = 0$$

admet certainement une racine dans l'intérieur de tout intervalle dans lequel se trouvent les valeurs θ_1 et θ_2.

Mais les racines z_1 et z_2 de l'équation (9) étant

$$z_1 = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \qquad z_2 = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

pour ne pas arriver en contradiction avec le théorème de Grâce nous sommes obligé d'admettre qu'au moins une des valeurs θ, et une seulement, se trouve dans l'intérieur de l'intervalle z_1, z_2, tandis que l'autre est à l'extérieur. Mais l'intervalle z_1, z_2 est concentrique avec 0, 1 et a l'amplitude $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

Donc si $f(x)$ est un polynome de second degré, il existe certainement une valeur ξ qui vérifie la relation (1), comprise dans un intervalle concentrique avec a, $a+h$ et d'amplitude $\frac{1}{\sqrt{3}}h$.

De cette manière, nous sommes conduit en utilisant l'équation aux dérivées partielles (3) au coefficient $\frac{1}{\sqrt{3}}$ trouvé récemment par M. D. Pompéiu (*Annales scientifiques de l'Université de Jassy*, 15, p. 334).

Un calcul analogue conduit pour le polynome du troisième degré au même résultat : l'intervalle a, $a+h$ est contracté avec le même coefficient $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'étude des terrains crétacés du Nord de l'Anatolie (Asie Mineure).* Note de MM. **F. Charles** et **J. Flandrin**, présentée par M. H. Douvillé.

Un séjour de quatre ans effectué par l'un de nous (F. C.) dans le Nord de l'Anatolie (entre Alapli et Amasra) et des déterminations paléontologiques faites par l'autre (J. F.) au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble, nous permettent d'apporter un certain nombre d'observations nouvelles concernant les terrains crétacés de ces régions.

Nous avons pu y reconnaître deux séries séparées par une discordance de stratification.

1. Série inférieure. — Suivant les points, cette série est représentée plus ou moins complètement ou même peut ne pas exister.

A. *Type Nord.* — Ce type, qui se rencontre principalement dans le Nord des régions étudiées, présente la succession suivante :

a. Une masse inférieure de calcaires, épaisse d'environ 200^m, transgressive et discordante sur le Paléozoïque. Peu fossilifère, elle doit être attribuée vraisemblablement à l'Hauterivien ou au Valanginien d'après sa position stratigraphique.

b. Une assise schisto-marno-gréseuse, dénommée assise d'Indjvez, puissante d'environ 80^m, qui indique une courte période subcontinentale.

c. Une masse supérieure de calcaires de faciès urgonien, épaisse de plus de 400^m, qui peut être attribuée au Barrémien. On y trouve en effet *Requienia ammonia* Goldf., *Toucasia carinata* Math., et *Orbitolina conoïdea* Gras.

d. Au-dessus de ces calcaires viennent environ 350^m de marnes violacées, finement micacées, où l'on peut distinguer deux niveaux sensiblement de même importance. L'inférieur, qui contient des bancs durs, calcareux, à altérations jaunâtres, a fourni une riche faune d'ammonites : *Nautilus neocomiensis* d'Orb., *Costidiscus recticostatus* d'Orb. var. *crassa* Kilian, *Puzosia* cf. *Matheroni* d'Orb., *Parahoplites consobrinus* d'Orb., *Douvilléiceras Albrechti-Austriæ* Uhl., *D. pachystephanum* Uhl., *D. seminodosum* Sinz., D. sp. du groupe de *D. Waageni* Anth., *Ancyloceras Matheroni* d'Orb., *A. Renauxi* d'Orb., *Ammonitoceras carolinum* nov. sp. Cette faune est caractéristique du Bédoulien.

Le niveau supérieur des marnes violacées est dépourvu d'intercalations calcaires. La présence de *Discoides decoratus* Desor et *Exogyra tuberculifera* Coq. conduit à y voir le Gargasien et peut-être même comme l'a fait M. H. Douvillé (¹) une partie de l'Albien. La partie supérieure de ces marnes est souvent érodée par le conglomérat de base de la série supérieure. C'est vers le sommet de cette formation marneuse que vient s'intercaler un premier niveau d'andésites et de tufs, vraisemblablement albien.

B. *Type Sud.* — Au Sud des régions précédentes la série inférieure du Crétacé possède une composition sensiblement différente. A la base, en discordance sur le Paléozoïque, on retrouve les calcaires urgoniens réduits à environ 50^m d'épaisseur. La faune que nous y avons découverte leur attribue un âge Barrémien supérieur : *Orbitolina* sp., *Rhynchonella Gibbsi* Sow. var. *Sayni* Jacob et Fallot, *Rh. Renauxi* d'Orb., *Toucasia carinata* Math. L'assise d'Indjvez et les calcaires sous-jacents du faciès Nord manquent ici. La transgression s'est donc effectuée du Nord au Sud.

(¹) H. Douvillé, *Sur la constitution géologique des environs d'Héraclée* (*Comptes rendus*, 122, 1896, p. 678).

Au-dessus des calcaires urgoniens vient une assise gréseuse à débris de plantes, épaisse au minimum de 200^{m}. Elle est surmontée par des marnes violacées, analogues en partie à celles du faciès Nord, qui passent insensiblement, par le haut, à une masse de tufs volcaniques et d'andésites.

II. Série supérieure. — Cette série est transgressive sur la série inférieure et débute par un conglomérat de base dans le ciment duquel nous avons trouvé des formes du Cénomanien inférieur : *Nerinea bicincta* Bronn, *Actæonella* sp. du groupe d'*A. gigantea* d'Orb., *Protocardium hillanum* Sow. Ce conglomérat est surmonté en général par des calcaires roses, dits calcaires d'Héraclée, lithographiques, bien stratifiés, épais d'une vingtaine de mètres.

Au-dessus viennent des schistes qui passent insensiblement à une formation volcanique de tufs et de roches compactes en coulées. Cette seconde formation volcanique est parfaitement datée car elle supporte des calcaires et des calcaires marneux où nous avons recueilli des fossiles cénomaniens : *Solarium* sp., *Rhynchonella compressa* d'Orb., *Neithea quadricostata* Sow., *Pycnodonta vesiculosa* Sow., *Pectunculus Requieni* d'Orb., *Trigonia* sp.

Ces couches fossilifères sont surmontées par une série de schistes et de calcaires appartenant probablement au Turonien.

Un troisième niveau de tufs et andésites se trouve à la base d'une puissante formation de marnes blanchâtres, appelées par nous marnes de Bartine, et épaisses de plusieurs centaines de mètres. Dans les couches inférieures nous avons trouvé : *Inoceramus regularis* d'Orb., *Belemnitella mucronata* Schl., *Pachydiscus gollevillensis* d'Orb. et *Anisoceras tenuisulcatum* qui indiquent un terme élevé du Sénonien.

Il semble donc qu'il y ait eu, dans les régions étudiées, une transgression au Sénonien supérieur. Par le haut les marnes de Bartine passent insensiblement au Tertiaire sans discordance. La présence de *Coraster Villanovæ* Cott. (dét. Lambert), dans les couches de passage, autorise à reconnaître l'existence du Danien.

Alors que par sa faune le Crétacé inférieur du Nord de l'Anatolie appartient sans aucun doute à la province méditerranéenne, l'existence, dans les marnes de Bartine, de *Belemnitella mucronata* Schl., *Ananchytes* sp., *Micraster*, sp., *Terebratula* sp., l'absence d'Orbitoïdes et de Rudistes semble devoir rattacher les sédiments de cette époque à ceux de la province boréale. La limite entre les deux provinces devait suivre à cette époque une direction E-W en Anatolie du Nord et passer par les environs de Constantinople.

En ce qui concerne la tectonique, l'étude des faciès conduit à admettre,

dans les régions envisagées, l'existence de charriages importants. A la suite de ces grands phénomènes, causés par une poussée venant du Sud, des failles d'effondrement nombreuses se sont produites qui recoupent fréquemment les failles de plissement. Leur orientation générale, connue depuis longtemps, est N 45 E.

GÉOLOGIE. — *Sur la chaîne calcaire du Rif espagnol entre Xauen et l'oued M'ter.* Note [1] de MM. **P. Fallot**, **A. Marin** et **M. Blumenthal**, présentée par M. Pierre Termier.

Nous avons montré [2] que, dans son ensemble, le Jurassique de la chaîne calcaire du Rif s'enfonce vers le Nord-Ouest ou l'Ouest, c'est-à-dire vers l'extérieur de l'arc, sous le Flysch et que, sauf des accidents locaux, rien ne permet d'y voir un complexe d'imbrications chassées vers l'extérieur. Si le Paléozoïque était une unité tectonique, le Jurassique, du Détroit à Xauen, n'en formerait que la couverture et la terminaison frontale : il ne se présente pas comme formant zone de racines.

Cette disposition se poursuit au sud de Xauen. Entre cette ville et la transversale de Buha-la, on voit admirablement la série secondaire pendant à l'Ouest puis au Sud-Ouest, complétée localement de calcaires lités tithoniques et de Crétacé, qui s'enfonce sous le Nummulitique. A hauteur de Bab Taza, grâce à un ensellement de l'anticlinal le plus externe de la chaîne, le Flysch s'élève et s'appuie nettement contre le Secondaire vers Bab Amergaout (Carte française au $\frac{1}{100\,000}$).

Vers Buha-la, des fausses brèches à faciès tithonique et du Crétacé écrasé s'intercalent de nouveau entre Jurassique et Flysch. A Xerafat apparaissent des accidents et cisaillements locaux, mais qui ne sauraient non plus représenter des racines de charriages. Le front jurassique, pareillement complété de tithonique et de marno-calcaires blancs du Néocomien, y montre la disparition, sous le Flysch, du flanc sud-ouest du pli le plus externe de la chaîne.

Quelques kilomètres plus au Sud-Est, ce pli, graduellement abaissé, coupé en cluse par l'oued el Had, s'ennoie dans le Nummulitique. Sa terminaison montre son Jurassique enveloppé de couches rouges du Crétacé et

---

(1) Séance du 25 août 1930.

(2) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 144.

révèle une complication locale, non encore éclaircie, du fait de l'intercalation d'un chapelet de lentilles de calcaires gris stériles fichées, verticales, dans le Crétacé.

A partir de cet ennoyage sous le Flysch du dj. Amatras, un pli plus interne de la bande jurassique devient le pli externe apparent du massif calcaire; il s'incurve vers l'Est, et est longé par une partie du cours de l'oued Buhaya. Le chemin de Beni Derkoul au Jemis de Beni Selman coupe transversalement la chaîne où le Jurassique est affecté de plis légèrement poussés vers le Sud-Sud-Ouest. Au Nord-Est, vers l'intérieur de l'arc, le dernier pli semble dessiner un synclinal un peu déjeté. Sa dolomie de base pend à 60° environ à l'Est-Nord-Est. Des calcaires noirs du Silurien (Calizas alabeadas) s'y appuient, auxquels font suite, de haut en bas et du Sud-Ouest au Nord-Est, les grauwackes, les phyllites bleu fumée puis le Gneiss (estrato-cristalino) de la série paléozoïque. Immédiatement au Sud-Est, entre l'oued Tigisses et l'oued M'ter, ce gneiss s'étend largement en bordure de la côte et forme le massif du Dj. Filali, étudié antérieurement par l'un de nous (A. M.). Il est coupé par une masse importante de péridotites identiques à celles de Ceuta et de la Serrania de Ronda, qui, à l'ouest de l'oued M'ter, comportent des filons graphiteux.

Le massif jurassique se rétrécit beaucoup dans ces parages. Large de 18 à 20^{km} à hauteur de Xauen, il n'en mesure plus que 8 selon la transversale du Jemis de Beni Selman, puis son incurvation s'accentue, dessinant presque un coude pour arriver à une orientation Ouest-Sud-Ouest-Est-Nord-Est, que l'on observe selon la transversale de l'oued M'ter.

Deux coupes conjuguées, selon cette vallée et le ravin du Jemis de Afranaman, immédiatement à l'Ouest, montrent la zone jurassique réduite à 2^{km}. Du Nord au Sud, la vallée du Jemis coupe, vers Tafraut, le Jurassique ployé en un petit synclinal couché vers le Sud-Est, dont la charnière est enveloppée de phyllites bleu-fumée, puis des replis de ce même complexe dolomitique et calcaire du Mésozoïque, qui forme le Dj. Isguenatan et se redresse pour disparaître à S^i Ali ben Yusef. Cette bande se prolonge vers le Nord-Est, formant de ses couches verticales une partie de la Cudia de Timargaden. Une coupe effectuée par l'un de nous (A. M.) plus à l'Est ne l'a plus révélée, mais elle reparaît sur le prolongement des derniers affleurements que nous venons de mentionner, dans la Punta Pescadores (A. M.). Au lieu du Flysch, c'est le Paléozoïque qui borne au Midi la zone jurassique; celle-ci se trouve donc être synclinale. Ce Paléozoïque est constitué dès S^i Ali ben Yusef par des quartzites et des grauwackes fortement redres-

sés qui s'étendent jusqu'à hauteur de Tandret et à la haute vallée de l'oued M'ter. Le Flysch qui fait suite à ces formations offre un faciès si étroitement semblable à celui du Primaire que leur distinction est difficile. D'abord plissé, il va prendre, dans le puissant massif des Djebels Anaceur, Tizighen et Berret une allure beaucoup plus tranquille et s'y montrer couronné de formations gréseuses du type de l'« arenisca del Aljibe ». Ce Nummulitique, qui n'est autre que la continuation du Flysch de la périphérie de la chaîne calcaire, s'étend largement vers le Sud et l'Est, où ses limites ne sont pas définies. Nous ne pouvons encore préciser l'allure de son contact avec le Primaire, mais le fait important est qu'il n'y apparaît, selon la coupe que nous avons faite, l'intercalation d'aucun élément secondaire.

Quant au prolongement des calcaires jurassiques vers la Punta Pescadores, il signifierait que ceux-ci représentent une zone plus interne que les diverses formations décrites dans les Boccoya par M. et Mme Russo (¹). Ce point sera vérifié dans une campagne prochaine.

GLACIOLOGIE. — *Le glacier polysynthétique quaternaire des Monti Simbruini* (*Apennin central*) : *Les causes de son extension*. Note (²) de M. **Th. Biéler-Chatelan** (³).

En admettant que le glacier polysynthétique des Simbruini ait eu les dimensions que je lui attribue, comment peut-on expliquer son extension, apparemment surprenante ?

D'aucuns prétendent que les *effets* observés ne sont pas proportionnés à leur *cause*, ce qui empêcherait, disent-ils, d'admettre une extension aussi grande. Mais cette cause, la connaît-on bien ? Le concept des *causes actuelles*, si souvent invoqué en géologie, explique-t-il suffisamment cette extension ? En tout cas il enseigne que, sur les Apennins, les précipitations peuvent être, à égalité d'altitude, plus abondantes que sur les Alpes. Ainsi, suivant R. Masini, en juin 1927 et 1928, à la même altitude, il y avait plus de neige sur l'Apennin septentrional que sur les Alpes du Piémont et ce fait aiderait à expliquer l'existence de vastes glaciers quaternaires dans l'Apennin, en particulier sur le versant adriatique. D'autre part, suivant F.

(¹) P. et L. Russo, *Recherches géologiques sur le nord-est du Rif* (*Mém. Société des Sciences nat. du Maroc*, **20**, 1929, p. 1-159).

(²) Séance du 18 août 1930.

(³) Voir la Note des *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 385.

Sacco, de vastes régions des Abruzzes restent enneigées depuis la fin d'octobre jusqu'au commencement de juin et il en infère que l'extension des moraines quaternaires a pu être en rapport avec l'abondance des neiges produites par la condensation des vents marins. En effet, quelques régions de l'Apennin reçoivent des précipitations énormes, que l'on ne s'attendrait pas à trouver en Europe : dans la Val di Magra (Apennin ligure), la précipitation annuelle totale (pluie et neige) peut atteindre 4^m, comme dans les régions tropicales humides ! Les « Alpi Apuane » voisines sont aussi célèbres à ce point de vue (glaciers quaternaires relativement bas). Le sud des Apennins est également riche en précipitations : sur le massif de la Sila (Calabre), exposé aux vents marins, la neige commence parfois à tomber dès septembre; dans la Basilicate, l'abondance des précipitations expliquerait l'existence de glaciers quaternaires à des niveaux assez bas, constatée successivement par G. De Lorenzo, G. Dainelli et C. Crema.

Toutefois le concept des causes actuelles est insuffisant : on admet que les enneigements quaternaires surpassaient de beaucoup ceux d'aujourd'hui. Ce postulat légitime, joint à des considérations orographiques, aide à comprendre pourquoi et comment le glacier polysynthétique des Simbruini a pu prendre l'extension que je lui attribue. Remarquons d'emblée que le massif des Simbruini, riche en sommités comprises entre 1700 et 2000^m, est, avec le massif voisin des Cantari, un puissant condensateur des vents humides. Les anciens Romains l'avaient déjà reconnu en lui donnant son nom, qui dérive de *sub imbre* (sous la pluie). Ce massif peut être considéré comme un haut plateau allongé (25^{km}) sillonné de vallées parallèles orientées SE-NW, aboutissant toutes au Piano del Cavaliere. A cet égard, il est unique en son genre dans l'Apennin central. Conjointement au fort enneigement et au climat froid des temps quaternaires, ces conditions orographiques spéciales ont dû favoriser beaucoup la formation de glaciers et leur écoulement continu vers l'aval, parce que ces derniers étaient protégés contre l'ablation : 1° par la direction des vallées; 2° par leur faible pente; 3° *par la masse énorme de neige qui couvrait les glaciers d'un manteau isolant* (fait dont on n'a pas encore assez montré l'importance). Grâce à cette faible ablation, le glacier des Simbruini a pu s'allonger bien plus que ceux d'autres massifs de l'Apennin où la forte déclivité des vallées et leur exposition plus ou moins ensoleillée occasionnaient, au contraire, une ablation rapide et progressive.

Quelques glacialistes contestent que le champ de névés des Simbruini ait été assez étendu pour alimenter un si vaste glacier. Mais les chiffres suivants

peuvent les rassurer. En admettant avec R. Almagià que, dans l'Apennin central, la limite des neiges persistantes ait été voisine de 1400^m, et même de 1300^m sur les hauts massifs, on trouve, pour les Simbruini, une superficie de névés respectivement égale à 85 et 110$^{km^2}$. Avec le fort enneigement des temps quaternaires, elle devait suffire à alimenter le glacier polysynthétique car, pour l'alimentation et l'extension consécutive des glaciers, l'*épaisseur* des couches de neige importe autant et plus que la *surface* enneigée.

Les dimensions assignées au glacier polysynthétique des Simbruini ouvrent des perspectives nouvelles sur l'extension des glaciers quaternaires dans l'Apennin central. Jusqu'ici leur étude a été toute locale et fragmentaire : souvent on n'a décrit que leurs traces plutôt récentes dans les vallées secondaires (phases de retrait), sans rechercher les témoignages de leur extension maximum dans les vallées principales. Mais, si l'on prend la peine d'étudier aussi les vallées principales, on peut parfois y trouver les preuves d'une extension bien plus grande qu'on ne l'admettait jusqu'ici. Ainsi, à Aquila degli Abruzzi, il n'y a pas moins de 4 cordons morainiques successifs à éléments plus ou moins anguleux de toutes dimensions, entassés pêle-mêle et souvent cimentés en brèche par des infiltrations calcaires. Ces moraines permettent d'assigner une longueur de 34^{km} au glacier (augmenté de ses affluents) qui descendait des montagnes situées au nord du M^{te} Velino (Costone, Puzzillo, etc.). Ailleurs, à Sant' Ilario près Castel di Sangro, des cordons morainiques analogues à ceux d'Aquila montrent que le glacier descendant du M^{te} della Meta (2241^m) atteignit 18^{km} de longueur. Son tributaire, qui descendait la vallée du Sangro (comme l'attestent de hautes moraines riveraines), mesurait 32^{km} jusqu'à la confluence (Alfedena) et dut parcourir encore 8^{km} jusqu'aux cordons morainiques susdits : total 40^{km}. On trouvera probablement d'autres exemples analogues.

L'ensemble des faits exposés autorise à conclure : dans les Apennins, malgré des altitudes inférieures à celles des Alpes, les glaciers quaternaires peuvent avoir atteint des extensions comparables à celles des glaciers alpins, en raison des fortes précipitations qui ont, de tout temps, caractérisé le climat de ces massifs montagneux.

PHYSIOLOGIE. — *Origine diaphragmatique de la respiration.* Note de M. **Jules Amar**, transmise par M. d'Arsonval.

Si l'on considère, dans l'espèce humaine, le nombre des battements cardiaques d'une part, et celui des respirations d'autre part, dans le même temps, soit *par minute*, on trouve :

	Pulsations.	Respirations.
A la naissance	120	44
A la fin de la 1re année	110	38
» 2e »	92	30
» 3e »	81	27
Chez l'adulte	70	17

Le rapport $\frac{\text{pulsations}}{\text{respirations}}$ est donc égal à 3 en moyenne, dans l'enfance; il s'élève chez l'adulte où il se fixe à 4. Or, nous avons établi la solidarité dans l'hématose des deux appareils cardiaque et respiratoire, solidarité qui se traduit par le *coefficient hémopnéique* (1). Elle se révèle aussi par le rapport numérique de 3 à 4, dont la signification restait à préciser. Quelle est-elle ?

L'*impulsion nerveuse*, émanant de la moelle épinière et du bulbe, exerce un effet mécanique, celui d'un choc. Le mouvement qui en résulte a une vitesse proportionnée à la masse frappée. Il s'ensuit que le rapport 3 exprime la masse du diaphragme divisée par celle du cœur. En d'autres termes, ce dernier organe pesant 100^g par exemple, le diaphragme aura un poids de 300. Pour l'adulte, le cœur pèse 250^g à peu près, et le grand muscle de la respiration 1000^g, donnant le rapport 4 ci-dessus, et la vérification de la loi de l'impulsion.

L'intérêt de cette loi est évident. Les impulsions nerveuses périodiques sont égales, et les organes qu'elles atteignent réagissent d'autant plus lentement qu'ils sont plus lourds. On voit aussi que *le mouvement respiratoire est d'origine diaphragmatique;* le muscle-plancher se contracte, s'appuie sur les viscères abdominaux et relève les côtes. Celles-ci entraînent le relèvement des côtes supérieures toutes les fois qu'un effort des muscles du rachis donne à cette colonne une fixité, une rectitude suffisantes. Nous l'avons démontré par voie expérimentale et radiographique, en 1920, avec d'Arsonval et Gauthiez (2). Cette éducation fait défaut dans le bas âge, et la respiration est presque purement abdominale, laissant inactives et exposées les parties supérieures des poumons. Il y a donc une véritable éducation musculaire — qui a fini par une adaptation sexuelle chez la femme —, pour réaliser la *respiration intégrale*, à la fois thoracique et diaphragma-

(1) Jules Amar, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 709 et 1201.
(2) D'Arsonval, Gauthiez, Amar, *Comptes rendus*, **171**, 1920, p. 363.

tique. Elle réclame l'attention de ceux qui se consacrent à l'hygiène des écoliers, de l'enfance en général ([1]).

La variation qui porte de 3 à 4 le rapport de fréquence cardio-diaphragmatique atteste, enfin, que le muscle de la respiration augmente avec l'âge plus vite que le cœur. Cette donnée biométrique appelle des recherches, qui manquent, de la part des anatomistes. Et nous ignorons aussi le fait, à mon avis probable, que l'exercice de la respiration thoracique empêche les muscles costaux de s'atrophier en éléments tendineux. D'un sexe à l'autre on doit constater, à cet égard, des différences très nettes. C'est, somme toute, une pratique paresseuse et dangereuse à la fois que de respirer par le seul diaphragme; elle tend à prédominer dans le sommeil (Masso) et quand on ne s'observe pas. Raison de plus pour la combattre et imposer à nos muscles une activité plus généralisée et plus harmonieuse, à nos attitudes une symétrie qui exerce également les organes homologues.

CYTOLOGIE. — *Sur les cellules interstitielles à lipochrome de l'utérus.* Note ([2]) de M. **Angelo Migliavacca.**

Dans le cours de recherches sur l'action des extraits de corps lutéinique sur l'appareil génital des animaux d'expérience (cobayes, rats), j'ai pu remarquer quelques particularités histologiques à propos de certains éléments cellulaires placés dans le connectif de l'utérus et que je ne crois pas sans intérêt par le fait même que, jusqu'à présent, elles n'ont attiré l'attention que d'un seul auteur (Benazzi). Cet auteur, dans une Note préliminaire sur l'existence de cellules interstitielles dans le connectif de l'utérus de souris (*Rendiconti R. Accademia dei Lincei*, 8, III, 1928), a décrit dans le connectif de la région mésométriale de cet animal plusieurs amas de cellules de forme presque ronde ou ovoïde, à protoplasme chargé de granules de dimensions variées et d'une couleur jaunâtre. Ces éléments

---

([1]) Je note, en passant, pour ceux qui ne l'ont pas remarqué, que le tracé des respirations du diaphragme est *toujours en avance*, de très peu, sur celui du thorax (voir notre petit volume : *L'Éducation respiratoire*, chez Dunod). C'est une preuve de plus en faveur de la théorie que nous exposons.

([2]) Séance du 18 août 1930.

seraient toujours présents dans l'utérus en repos de la femelle pubère, tandis qu'ils seraient absents chez les jeunes souris, même chez celles dont l'utérus présente des différentiations structurales déjà distinctement prononcées, et, l'ovaire, de nombreux follicules dans un stade de développement avancé, même s'il n'y a encore aucun corps lutéinique. Les éléments cellulaires observés par moi, situés dans le connectif de la musculature de l'utérus, exception faite d'une brève zone sous-péritonéale et d'un grand tractus sous-muqueux, sont distribués en amas sur presque toute la longueur des deux cornes utérines et sur une bonne partie de l'utérus moyen. Ils ne se rencontrent pas dans certaines zones ou il en existe seulement des éléments isolés, très espacés les uns des autres, qui tendent à se localiser autour des petites veines et aux capillaires. Leur forme est variée. Généralement ils sont presque ronds, mais, parfois aussi ovales, polygonaux ou fuselés, et la moyenne de leur diamètre n'est que de 15 à 20 micromillimètres; ils possèdent un noyau globulaire et ovoïdal relativement petit, souvent excentrique. Le protoplasme est rempli de granulations d'une couleur jaune ocre et tellement nombreuses qu'elles cachent tout à fait le cytoplasme fondamental. Les granulations, parfaitement rondes dans certains éléments, sont de dimensions uniformes et petites, dans d'autres elles sont irrégulières et, parfois, grossières. Dans des coupes non colorées de morceaux fixés dans des liquides fixateurs les plus communs (formol, liquide de Zenker, de Müller, de Bouin, etc.), ces éléments se détachent sur le fond incolore du tissu environnant par leur teinte caractéristique. Dans les points où les éléments se réunissent en gros amas, ces derniers sont aussi visibles à l'œil nu. Dans les préparations traitées par la méthode de Ciaccio pour les substances lipoïdes, les granulations se colorent en rouge orange. Quant à la fréquence de semblables éléments, je dois dire que, en conditions normales, il ne m'a été possible de mettre en évidence de tels éléments ni chez le cobaye, ni chez le rat femelle adulte, exception faite d'un cas où dans un ovaire existaient plusieurs corps lutéiniques. Seulement après traitement des animaux avec des extraits de corps lutéinique j'ai réussi, mais pas toujours, à rencontrer dans l'utérus ces éléments particuliers. J'ai pourtant réussi à trouver dans deux cas, des éléments semblables dans le connectif fibrillaire situé au centre des corps lutéiniques.

Par ces indices sommaires nous voyons que les éléments à lipochrome, loin d'être constamment présents dans l'utérus de ces animaux, peuvent être trouvés dans des conditions particulières, c'est-à-dire, lorsque l'utérus

semble soumis à une action plus intense du corps lutéinique. Aussi la découverte (très rare du reste) d'éléments à lipochrome dans le connectif fibrillaire du centre des corps lutéiniques, semble appuyer l'hypothèse d'un rapport d'action dans ce sens. Dans aucun autre tissu (parenchyme ovarien, paroi vaginale, etc.), je n'ai réussi à mettre en évidence de semblables éléments. Quant à l'interprétation des éléments à lipochrome de l'utérus, les recherches faites jusqu'à présent ne me permettent pas de formuler de conclusions définitives, mais il n'est pourtant pas improbable qu'on doit les considérer presque analogues aux éléments qui apparaissent dans les états involutifs du corps lutéinique décrits par Diamare, « cellules qui, peut-être, ramassent les résidus graisseux qui s'enchaînent aux globes hyalins occlusifs, dans le sens que, avec ces derniers, dans le processus final et de réabsorption, elles forment le prélude des lésions et des oblitérations capillaires entraînant toujours plus la dégénération de la néoformation lutéinique ». [*Sur la nature hématique et dégénérative des globes dits colloïdes du corps lutéinique de la femme* (Extr. *Proc.-verb. Soc. Toscana sc. nat.*, 14 mars 1927)].

CYTOLOGIE. — *Croissance des noyaux en progression géométrique dans la glande de Lœwenthal.* Note[1] de MM. **Rémy Collin** et **Pierre Florentin**.

Walter Jacobj, élève de M. Heidenhain, a montré en 1925 que si, dans un tissu déterminé, on étudie les variations de la grandeur des noyaux, une courbe établie en portant en abscisses les volumes et en ordonnées, leur fréquence présente, suivant les cas, un ou plusieurs sommets. Les courbes à plusieurs sommets caractérisent des tissus dont les cellules renferment des noyaux de taille très différente ou plusieurs noyaux. Jacobj, ayant utilisé la méthode susdite pour l'étude de différents tissus animaux, est arrivé à cette conclusion qne la croissance des systèmes cellulaires semble se faire suivant une progression géométrique; les volumes nucléaires correspondant aux maxima de fréquence sont entre eux comme 1 : 2 : 4 : 8, etc. Cette conclusion a été vérifiée dans le règne végétal par plusieurs chercheurs tels que Hans André, Monschau, lesquels y voient une confirmation de la théorie des protomères de M. Heidenhain et ne sont pas éloignés de penser que la

(1) Séance du 30 juin 1930.

périodicité remarquable constatée dans la croissance des cellules est une propriété générale et spécifique de la substance vivante.

Dans le but d'apporter une contribution à l'étude d'une question d'un si haut intérêt théorique, nous avons choisi la glande sus-parotidienne du Rat blanc, dite glande de Lœwenthal, étudiée déjà au point de vue cytologique par Lœwenthal, Garnier, Oppel et Guieysse-Pellissier. Ce dernier auteur a noté tout particulièrement que les cellules de la glande sus-parotidienne renferment des noyaux simples, doubles ou multiples, réguliers ou non, avec des formes gigantesques et même monstrueuses et que les noyaux géminés, très nombreux, représentent au moins 30 pour 100 du total.

L'examen de préparations provenant d'animaux d'âge différent nous a montré des aspects cytologiques très variés de la glande de Lœwenthal dont les noyaux sont susceptibles de croître dans des proportions considérables sans se diviser. Tout d'abord, nous avons limité nos recherches caryométriques aux cellules uninucléées et aux cellules binucléées de forme géométrique régulière. La technique employée pour les mesures et leur interprétation a été celle même de Jacobj. Il a été employé un micromètre oculaire associé à un objectif à immersion dans des conditions telles que chaque demi-division du micromètre avait une valeur de $0^{\mu},5$. Les mesures de deux diamètres perpendiculaires ont porté sur 500 noyaux simples et 250 noyaux géminés, au total sur 1000 éléments nucléaires. Pour le calcul du volume nous avons employé la formule $4/3\pi r^3$, après avoir pris la moyenne des deux diamètres quand le sphéroïde nucléaire présentait une certaine excentricité, pratique qui donne une approximation suffisante.

L'établissement d'une première courbe construite avec les valeurs de l'ensemble des 1000 noyaux fait apparaître trois maxima certains pour les volumes :

113, 221, 449.

Une deuxième courbe construite avec les valeurs des seuls noyaux simples donne de même trois maxima représentés par les nombres :

113, 221, 449.

Une troisième courbe des noyaux géminés, où le volume inscrit pour chaque cellule représente la somme des volumes des deux noyaux mesurés, donne aussi trois maxima :

226, 442, 898.

Le premier sommet de la troisième courbe correspond au deuxième sommet des courbes précédentes.

En faisant la moyenne des moyennes des valeurs observées qui s'échelonnent, pour les diamètres, de 5 à 22$^{\mu}$, et pour les volumes, de 65 à 5574$^{\mu^3}$, nous avons constaté que les volumes étaient sensiblement des multiples de 16, ce qui permet d'écrire la série des maxima de fréquence observés sous la forme

	112	224	448	896
ou	16 × 7	16 × 14	16 × 28	16 × 56
ou	1	2	4	8

La croissance de l'équipement nucléaire des cellules de la glande de Lœwenthal s'effectue donc suivant une progression géométrique conformément aux premières données des auteurs allemands.

La valeur du noyau normal de l'adulte peut donc être atteinte jusqu'à huit fois dans une même cellule. Ajoutons que, dans la réalité, la progression ne s'arrête pas à ce chiffre. L'allongement considérable de la courbe vers la droite indique la présence de formes nucléaires plus grandes encore : elles ne sont pas assez nombreuses toutefois pour donner lieu à un sommet apparent sur une statistique de mille unités. Les très grandes formes, d'ailleurs, sont irrégulières et ne peuvent donner lieu à des mesures exactes.

Précisons encore, pour terminer, que les divisions nucléaires, quand elles existent, s'effectuent indifféremment par le mode direct ou par le mode indirect. Ce sont des endoamitoses ou des endomitoses suivant la terminologie de M. Heidenhain.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme de la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique dans le foie.* Note (1) de Mme **Y. Khouvine**, MM. **E. Aubel** et **L. Chevillard**, présentée par M. A. Desgrez.

Warburg a montré que le pyrophosphate de soude inhibe la fixation de l'oxygène. Nous nous sommes inspirés de ce résultat pour essayer d'éclaircir un certain nombre de points restés obscurs dans l'étude du mécanisme de la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique.

---

(1) Séance du 1er septembre 1930.

Technique. — 5g de foie haché sont mis en suspension dans 10cm³ de liquide de Ringer. Le pyruvate de soude est ajouté à la dose de 0g,05; le pyrophosphate à la dose de 0g,44. On a soin d'ajuster la réaction à pH 7,4. L'expérience dure 4 heures. Agitation au thermostat à 39°.

	Témoins.	Foie + pyrophosphate.	Foie + pyruvate.	Foie + pyruvate + pyrophosphate.
Réducteur à la fin de l'expérience (mgr.).	219,00	193,5	220,0	196,5
Acide lactique (mgr.)	9,25	18	25	33,6
CO^2 (mgr.)	13,3	8	21	12,6
O^2 (cm^3)	8,5	5,2	9,8	5,2
Acétaldéhyde (mgr.)	0,7	3,6	1,8	3,8

a. Si l'on compare le réducteur, dans les témoins avec et sans pyrophosphate, on constate une différence de 25mg,5 en faveur du témoin sans pyrophosphate. D'autre part, le même témoin montre une teneur en acide lactique beaucoup plus faible (8mg,75 en moins). Le pyrophosphate favorise donc la transformation du réducteur en acide lactique. On retrouve là le phénomène bien connu de Warburg.

b. Si l'on compare l'extra acide lactique dû à l'acide pyruvique, dans les expériences avec pyrophosphate et sans pyrophosphate, on trouve le même chiffre (15mg,75 et 15mg,6). Le pyrophosphate n'a donc aucune influence sur la réaction.

c. Mais le pyrophosphate diminue l'extra CO^2 dû à la présence d'acide pyruvique de 3mg,1, soit 6cm³,07. Il ne diminue pas la consommation d'O^2 que de 1cm³,3. On ne peut admettre qu'il s'agisse d'une action du pyrophosphate sur la combustion banale de l'acide pyruvique ou plutôt qu'il s'agisse surtout d'une telle action. En effet, à 1cm³,3 de O^2 correspond, dans la combustion de l'acide pyruvique, 1cm³,6 de CO^2. L'excès de CO^2 doit donc être surtout justiciable d'une réaction du type de la déshydrogénation du glucose $C^6H^{12}O^6 + 6H^2O \rightarrow 6CO^2 + 12H^2$.

Et, en effet, si l'on retranche, dans les expériences en aérobiose sans pyrophosphate, de l'extra CO^2 dû à la présence de l'acide pyruvique : 1° le CO^2 correspondant à la combustion de cet acide; 2° le CO^2 provenant de la décarboxylation qui conduit à l'acétaldéhyde, on trouve alors une quantité d'extra CO^2 de 4mg,3 qui donne un rapport $\frac{\text{extra acide lactique}}{\text{extra } CO^2}$ de 3,6, chiffre comparable à celui qu'on trouve dans les expériences en présence

de pyrophosphate et dans les expériences en anaérobiose, et qui se justifie comme nous l'avons établi par la réaction

$$CH^3 - CO - COOH + H^2 \rightarrow CH^3 - CHOH - COOH$$

$$1/12\, C^6H^{12}O^6 \quad + 1/2\, H^2O \longrightarrow 1/2\, CO^2 + H^2.$$

d. Cette réaction se produit donc aussi bien en présence qu'en l'absence de O^2.

e. Enfin, on pourrait penser que la diastase qui, dans le foie, permet la réaction est la xanthine-oxydase. Or l'expérience montre qu'il n'en est rien. En effet, si, dans une solution tamponnée de déhydrase (préparée selon Dixon) à pH = 7,4, on ajoute de l'acétaldéhyde et de l'acide pyruvique dans la proportion de : déhydrase 0,5 pour 100, acétaldéhyde 0,22 pour 100, pyruvate de soude 0,66 pour 100, on ne constate aucune formation d'acide lactique, bien que l'hydrogène soit libéré aux dépens de l'hydrate d'acétaldéhyde, puisque les expériences témoins faites en ajoutant du bleu de méthylène au mélange ci-dessus montrent une décoloration rapide du bleu. Il y a donc, dans le foie, une diastase particulière qui permet à l'acide pyruvique d'accepter l'hydrogène.

La séance est levée à 15h15m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 SEPTEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que la prochaine séance publique annuelle aura lieu le lundi 15 décembre.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau les *Notes, lettres et discours d'*Ernest Solvay. Vol. I. *Gravitique et Physiologie*. Vol. II. *Politique et science sociale*.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur l'observation d'une aurore polaire.*
Note de M. **Paul Helbronner**.

Le 3 septembre, en revenant par la Laponie et les îles Lofoten du Congrès international de géodésie et de géophysique de Stockholm où je faisais partie de la délégation de l'Académie, il m'a été donné, en même temps qu'à quelques congressites de diverses nationalités, d'assister au spectacle d'une aurore polaire intéressant la presque totalité de la surface visible du ciel. J'ai observé le phénomène depuis 21 heures jusqu'après 23 heures. Le navire, faisant route vers le Sud-Ouest, longeait les côtes de Norvège entre les parallèles de 65° 10′ et de 64° 40′. L'atmosphère était à ce moment complètement dégagée de nuages. L'intensité lumineuse, la variété et l'éclat des aspects — d'ailleurs souvent décrits — ont permis de juger à quel point sont justifiées les impressions d'enthousiasme que provoque ce phénomène.

A ce sujet, il est à noter que des études sont poursuivies d'une façon de plus en plus méthodique en Norvège où les travaux de M. Störmer ont

déterminé, non seulement un puissant courant d'intérêt, mais encore la création d'un nouvel observatoire d'aurores polaires pour lequel la fondation américaine due à la générosité de M. Rockefeller et connue sous le nom *d'International Education Board* a donné une somme d'environ 74000 dollars. Déjà, d'ailleurs, le Congrès international de géodésie et de géophysique tenu à Prague en 1927 s'était occupé de la question notamment pour préconiser des règles d'observations destinées à fixer les distances probables des manifestations lumineuses. C'est à ce congrès qu'il avait été aussi décidé de publier un Atlas comprenant des photographies d'aurore et certains schémas d'observations [1].

M. le **Secrétaire perpétuel** signale une étude consacrée à *Lamarck*, par Franz Weidenreich.

CORRESPONDANCE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les chaînes discrètes de Markoff.* Note de **V. Romanovsky**, transmise par M. Émile Borel.

Soient $A_1, A_2, \ldots, A_m$ m événements incompatibles dont les probabilités dans une série infinie d'épreuves sont assujetties aux conditions suivantes. Les épreuves $1, 2, \ldots, \nu$ forment le chaînon initial n° 0; les épreuves $2, 3, \ldots, \nu+1$ forment le chaînon n° 1; etc. Soit $p_{0|k_1\ldots k_\nu}$ la probabilité de $A_{k_1}, \ldots, A_{k_\nu}$ dans le chaînon initial et $p_{n|k_1\ldots k_\nu}$ leurs probabilités dans le n° n sous la condition qu'on ne sait rien sur les résultats des épreuves précédentes.

Soit $\varphi_{k_1\ldots k_\nu|i}$ la probabilité de A_i dans une épreuve quelconque quand on sait que dans les ν épreuves précédentes on a $A_{k_1}, \ldots, A_{k_\nu}$. On aura évidemment $\sum_{i=1}^{m} \varphi_{k_1\ldots k_\nu|i} = 1$. Nous nommons l'ensemble des probabilités $\varphi_{k_1\ldots k_\nu|i}$ la loi de la chaîne considérée.

---

(1) Voir, à ce sujet, Carl Störmer, *De l'Espace à l'atome*, traduction Störmer et Boutaric, 4e édition (Nouvelle collection scientifique Émile Borel. Librairie Félix Alcan, Paris, 1929).

Soit encore $p_{n|i}$ la probabilité de A_i dans la $n^{\text{ième}}$ épreuve quand les résultats des épreuves précédentes sont inconnues.

On aura maintenant les relations

$$(1)\qquad p_{n+1|k_1\ldots k_\nu}=\sum_{h=1}^{m} p_{n|hk_1\ldots k_{\nu-1}}\varphi_{hk_1\ldots k_{\nu-1}|k_\nu},$$

$$(2)\qquad p_{n|i}=\sum_{k} p_{n-\nu-1|k_1\ldots k_\nu}\varphi_{k_1\ldots k_\nu|i},$$

la somme $\sum_k$ étant prise pour $k_i=1, 2, \ldots, m$; $i=1, 2, \ldots, \nu$.

Or la relation (1) est une équation aux différences finies par rapport à n, donc on peut ramener la résolution du système de ces équations obtenues pour les valeurs différentes de $k_1, \ldots, k_\nu$ à celle des équations linéaires algébriques

$$(3)\qquad \alpha_{k_1\ldots k_\nu} r=\sum_{n=1}^{m}\alpha_{hk_1\ldots k_{\nu-1}|k_\nu}\qquad (k_i=1, 2, \ldots, m;\ i=1, 2, \ldots, \nu)$$

obtenues en posant

$$p_{n|k_1\ldots k_\nu}=\alpha_{k_1\ldots k_\nu} r^n.$$

Soit $\Delta(r)$ le déterminant de ce système. L'équation $\Delta(r)=0$ aura nécessairement une racine $r_0=1$ $\left(\text{à cause de l'égalité } \sum_i \varphi_{k_1\ldots k_\nu|i}=1\right)$ et ses autres racines sont du module égal ou inférieur à l'unité.

Considérons maintenant le cas où les racines de $\Delta(r)=0$ sont toutes simples, et aucune d'entre elles n'est égale à -1. Alors on peut montrer que le système (1) a une seule solution

$$(4)\qquad p_{n|k_1\ldots k_\nu}=p_{k_1\ldots k_\nu}+\sum_g A_g\gamma_{gk_1\ldots k_\nu} r_g^n,$$

où r_g sont les racines de $\Delta(r)=0$ différentes de l'unité, A_g et $\gamma_{gk_1\ldots k_\nu}$ des constantes déterminées et $p_{k_1\ldots k_\nu}$ des nombres positifs déterminés tels que $\sum_k p_{k_1\ldots k_\nu}=1$ et indépendants des probabilités initiales $p_{0|k_1\ldots k_\nu}$. On obtient ainsi le résultat fondamental.

Dans le cas considéré les probabilités $p_{n|k_1\ldots k_\nu}$ *tendent avec* $n\to\infty$ *vers les probabilités finales* $p_{k_1\ldots k_\nu}$ *bien déterminées et indépendantes des probabilités initiales* $p_{0|k_1\ldots k_\nu}$ *de* A_i. *Dans le même temps les probabilités* $p_{n|i}$ *tendent vers les*

probabilités finales $\sum_{\kappa} p_{k_1\ldots k_\nu}\varphi_{k_1\ldots k_\nu i}$ *qui sont aussi indépendantes des probabilités initiales de* A_i.

Ce résultat subsiste encore quand $r_0 = 1$ est une racine simple de $\Delta(r) = 0$ et les autres sont multiples mais différentes de -1. Dans le cas où $r_0 = 1$ est une racine multiple et les autres racines sont différentes de -1, les probabilités finales déterminées existent encore mais sont dépendantes des probabilités initiales. S'il y a une racine, multiple ou simple, égale à -1, les probabilités finales n'existent pas et les probabilités $p_{n|k_1\ldots k_\nu}$ et $p_{n|i}$ oscillent d'une manière déterminée avec n croissant indéfiniment sur un niveau déterminé indépendant des probabilités initiales si $r_0 = 1$ est une racine simple de $\Delta(r) = 0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une méthode de convergence par des moyennes.* Note de M. **J. Rey Pastor**, transmise par M. Émile Borel.

Entre les diverses méthodes de sommation par des moyennes, il y a des types avantageux pour certaines classes de fonctions (séries, intégrales, etc.). Entre eux nous proposons comme un des plus simples celui dont les facteurs de convergence sont $\frac{1}{r}$ pour $r \leqq t$ et 0 pour $r > t$. C'est-à-dire, nous adoptons comme limite généralisée d'une succession s_r (en particulier comme somme généralisée d'une série Σu_r) :

$$(\mathrm{L}) \lim s_r = \lim_{t \to \infty} \frac{1}{lt} \sum_{0}^{t} \frac{s_r}{r},$$

et corrélativement, pour les fonctions de variable réelle,

$$(\mathrm{L}) \lim s(r) = \lim_{t \to \infty} \frac{1}{lt} \int_0^t \frac{s(r)}{r} dr.$$

Cette méthode satisfait évidemment aux conditions de régularité. Le champ de convergence (L) de la fonction z^r est tout le cercle $|z| \leqq 1$, exclus le point de discontinuité $z = 1$, et cette convergence (L) est uniforme dans tout le champ défini par les conditions

$$|z| \leqq 1, \qquad |1 - z| > d > 0,$$

tout de même comme dans la méthode C^k. Il s'ensuit, d'après le théorème

fondamental [1], que le champ de convergence (L) d'une série $\Sigma u_r z^r$ dont le rayon est $R > 0$, est tout le cercle de convergence ordinaire, avec exclusion des points singuliers sur la périphérie.

Cette méthode tout à fait élémentaire est souvent plus commode que les méthodes classiques. S'il s'agit, par exemple, de la fonction $s(r) = r.s$ en r, il en résulte immédiatement la limite o. Par contre cette fonction n'est pas convergente (C^1).

Beaucoup plus générale est la méthode suivante, dont la précédente peut être considérée comme de cas limite :

$$(\mathrm{R}^{p,q}) \lim s_r = \lim_{t \to \infty} \frac{(p+q+1)!}{p!\,q!\,t^{(p+q+1)}} \sum_0^t s_r (t-r)^{p} r^{q},$$

en désignant

$$x! = \Gamma(x+1), \qquad x^m = \frac{x!}{(x-m)!} = \frac{\Gamma(x+1)}{\Gamma(x-m+1)}.$$

Corrélativement, pour les fonctions de variable réelle quelconque,

$$(\mathrm{R}^{p,q}) \lim s(r) = \lim_{t \to \infty} \frac{(p+q+1)!}{p!\,q!\,t^{p+q+1}} \int_0^t s(r)(t-r)^p r^q \, dr.$$

Dans le cas $q = 0$, il en résulte la méthode (C^{p+1}) de Cesàro, et pour $p = 0$ on obtient, comme limite généralisée, la limite pour $t \to \infty$ de l'expression

$$\mathrm{S}_k(t) = \frac{k}{t^k} \int_0^t s(r)\, r^{k-1}\, dr = \int_0^t u(r) \left[1 - \frac{r^k}{t^k}\right] dr,$$

et sa corrélative pour les successions s_r, en mettant des factorielles au lieu des puissances. Ces formules sont très analogues à celles de la méthode de Cesàro; pour $k = 1$, elles sont identiques.

Avec cette méthode très générale (laquelle se généralise sans difficulté), on peut démontrer beaucoup de relations, comme la suivante :

$$\lim_{t \to \infty} \frac{\Sigma\, \alpha_i \beta_j \ldots \lambda_m}{t^{p+q+\ldots+s+1}} = ab \ldots l \frac{p!\,q!\ldots s!}{(p+q+\ldots+s+1)!},$$

α_i, β_j, ..., λ_m étant des variables infinies équivalentes pour $t \to \infty$ aux expressions $a.t^p$, $b.t^q$, ..., $l.t^s$, respectivement.

---

[1] Voir E. Borel, *Leçons sur les séries divergentes*, 2e éd., Paris, 1928, p. 117; Rey Pastor, *Algoritmos generales de convergencia*, 1930.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une synthèse du propénylbenzène.* Note [1] de MM. L. **Bert** et M. **Raynaud**.

L'un de nous a montré combien l'atome d'halogène de l'ω-chlorallylbenzène $C^6H^5.CH^2.CH = CH.Cl$ était peu labile, puisque seuls des réactifs aussi énergiques que l'amidure de sodium vers 110° ou la potasse alcoolique bouillante employée à doses massives, le pouvaient mobiliser [2].

Il est remarquable, dans ces conditions, que le sodium agisse facilement, dès la température ordinaire, sur ce dérivé chloré, soit en l'absence de solvant, soit au sein de l'éther ou de carbures benzéniques. Par analogie avec l'action du sodium sur les composés bromoéthyléniques, étudiée par A. Kirrmann [3], nous espérions obtenir :

1° De l'allylbenzène $C^6H^5.CH^2.CH = CH^2$ et du phénylpropine vrai $C^6H^5.CH^2.C \equiv CH$, engendrés par la réaction :

$$2C^6H^5.CH^2.CH = CH.Cl + 2Na = C^6H^5.CH^2.CH = CH^2 + C^6H^5.CH^2.C \equiv CH + 2NaCl.$$

2° Le carbure érythrénique résultant de la duplication :

$$2C^6H^5.CH^2.CH = CH.Cl + 2Na = C^6H^5.CH^2.CH = CH - CH = CH.CH^2.C^6H^5 + 2NaCl.$$

Nous n'avons obtenu aucun des carbures attendus, mais, à côté de résidus indistillables et de carbures combinables au brome à froid, passant sans point fixe au-dessus de 200°, une quantité rémunératrice de propénylbenzène :

$$C^6H^5.CH = CH.CH^3$$

identifié par ses propriétés organoleptiques, ses constantes physiques, son oxydation en acide benzoïque par le permanganate de potassium à 3 pour 100 à 0° et son dibromure caractéristique, cristallisant dans l'alcool en fines aiguilles blanches fusibles à 66°.

Voici quelques détails sur notre *modus faciendi* :

Du sodium (4 at.) est finement pulvérisé par agitation violente dans du

(1) Séance du 1er septembre 1930.

(2) L. Bert, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1504.

(3) A. Kirrmann, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 671.

toluène bouillant. A la suspension portée au voisinage de 110° par chauffage au bain d'huile, on ajoute goutte à goutte, en agitant mécaniquement, 1^{mol} de ω-chlorallylbenzène. Il se produit un fort bouillonnement, mais sans dégagement de gaz.

On parfait la réaction en continuant l'ébullition pendant une heure à partir du moment où tout le dérivé chloré a été ajouté. Après refroidissement, on traite à la façon habituelle, en prenant les précautions nécessitées par la présence d'un excès de sodium.

Le liquide obtenu ne précipite pas le nitrate d'argent alcoolique, ce qui exclut la présence de carbures acétyléniques vrais; son fractionnement donne les résultats indiqués plus haut.

On pouvait craindre que le phénylpropine vrai présumable se fût, dans les conditions de l'expérience, transformé en β-phénylpropine

$$C^6H^5.C \equiv C.CH^3,$$

bouillant à 72° sous 13^{mm}, et, de ce fait, impossible à séparer par distillation fractionnée du propénylbenzène passant à 74° sous la même pression.

Il n'en a rien été, car le propénylbenzène recueilli demeure inchangé quand on le traite par l'amidure de sodium pur, dans du toluène à 110° (1).

On a observé bien souvent, dans l'action du sodium sur un dérivé monohalogéné RX, la formation, encore inexpliquée, du carbure RH correspondant (2). L'allylbenzène, qui, par ce mécanisme mystérieux, devait se former dans notre expérience, s'isomérise-t-il aussitôt en propénylbenzène plus stable? C'est ce que nous apprendront de nouveaux essais, que nous nous proposons d'ailleurs d'étendre aux homologues de l'ω-chlorallylbenzène substitués sur le noyau. Il n'en reste pas moins que, pour inattendue qu'elle soit, l'action du sodium sur l'ω-chlorallylbenzène, que nous venons de décrire, constitue un mode de préparation du propénylbenzène intéressant par sa facilité d'exécution, par le bon marché relatif de la matière première (3) et supérieur, à ce double point de vue, à la méthode de synthèse de ce carbure que l'un de nous a fait connaître précédemment (4).

---

(1) Bourguel, *Annales de Chimie*, 10e série, 3, 1925, p. 350.

(2) Voir, à ce propos, outre A. Kirrmann, *loc. cit.* : F. Krafft et J. Göttig, *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 21, 1888, p. 3180; M. Weiler, *Ibid.*, 29, 1896, p. 111; J. v. Braun et H. Deutsch, *Ibid.*, 45, 1912, p. 2171.

(3) L. Bert, *loc. cit.*

(4) L. Bert et M. Anglade, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 645.

PALÉONTOLOGIE. — *Particularités structurales d'un type nouveau de Poisson fossile des formations permo-triasiques du nord de Madagascar.* Note de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. Douvillé.

L'objet de cette Note est d'exposer brièvement les particularités morphologiques essentielles d'un type de Poisson dont la structure, des plus intéressantes, n'avait, jusqu'ici, pas été comprise, ni la position systématique établie. Cette forme a été décrite et figurée par Priem (*Annales de Paléontologie*, 13, 1923, p. 116), qui l'a rapportée au genre *Pristisomus*. Nous allons montrer que cette assimilation ne peut être maintenue et qu'il faut en faire un genre nouveau (pour lequel nous proposons le nom d'*Australosomus*), type d'une famille nouvelle.

Le crâne primordial, peu élevé et très allongé, est complètement ossifié et il est difficile de délimiter, dans cette ossification continue, des éléments distincts. La chorde dorsale se prolonge très avant dans la région occipitale.

Latéralement, au-dessus de la fontanelle vestibulaire, on observe un foramen qui, par comparaison avec les formes actuelles, devait donner passage au nerf vague, au nerf de la ligne latérale et à la veine encéphalique postérieure.

La région labyrinthique montre un certain nombre d'orifices : d'abord l'ouverture du canal donnant passage à la veine jugulaire et à la branche hyomandibulaire du nerf facial; puis l'orifice du spiraculum, placé près de la facette articulaire de l'hyomandibulaire.

En arrière du trou optique, s'étend un canal qui doit être l'homologue du canal transverse des Elasmobranches. Il est parcouru par la veine pituitaire et s'ouvre, à chaque extrémité, en une fosse correspondant au canal des muscles droits de l'œil ou myodome. Ici, comme dans *Birgeria*, le myodome est à un stade très primitif de développement.

Deux autres fosses, placées de chaque côté, en arrière du myodome et sans communication entre elles, doivent être considérées comme correspondant à la cavité trigémino-faciale.

Il y a un canal aortique qui se prolonge par les carotides communes; les trous de sortie des carotides internes sont un peu en arrière du foramen optique.

Un tel appareil circulatoire céphalique devait présenter d'étroites analogies avec celui des Paléoniscidés que Watson a fait connaître.

La région ethmoïdale, assez allongée, présente sur sa ligne médiane une crête sur laquelle s'attachait le septum membraneux interorbitaire. De chaque côté de cette crête s'étend un sillon le long duquel courait le nerf *ophthalmicus superficialis trigemini*, distinct ici du nerf *ophthalmicus lateralis* comme dans *Saurichthys*, *Acipenser*, *Polyodon*, etc. Les capsules olfactives sont très développées.

Le palais montre un dessin voisin de celui des Paléoniscidés. Le maxillaire, avec sa portion postorbitaire très développée, est du type paléoniscidé. Il vient au contact d'un préopercule étroit, du milieu duquel part, dirigé vers la région orbitaire, un long prolongement. La mandibule se rapproche beaucoup de celle de *Nematoptychius*, telle que l'a décrite Watson. L'angulaire et le dentaire, sur la face externe, le préarticulaire sur la face interne, présentent un grand développement.

L'hyomandibulaire, très incliné vers l'avant, est dépourvu d'apophyse operculaire, ce qui indique, pour cette région, une musculature différente de celle d'*Amia*, des Catoptéridés et des Téléostéens; par contre, il est traversé par une branche du nerf facial. Le sous-opercule est nettement plus petit que l'opercule; il n'y a pas d'interopercule. Les rayons branchiostèges sont au nombre d'une quinzaine environ.

Deux canaux sensoriels sont bien visibles : celui du préopercule et celui de la mandibule; ils sont d'ailleurs dans le prolongement l'un de l'autre.

Les corps vertébraux sont individualisés et il y a ossification dans le tissu conjonctif des myocommes. Les nageoires paires paraissent dépourvues de fulcres; les nageoires dorsale et anale, opposées l'une à l'autre, s'attachent au corps par une base très étendue. Les rayons internes sont moins nombreux que les externes. La nageoire caudale est presque symétrique. Elle ressemble beaucoup à celle des *Belonorhynchus* parmi les formes fossiles, à celle des Gadidés parmi les types actuels.

Il est incontestable que le Poisson que nous venons de décrire sommairement présente d'étroites affinités avec les Paléoniscidés et avec les Saurichthyidés. Il se rapproche des Paléoniscidés par la structure du crâne primordial, par certains éléments du squelette viscéral (maxillaire, mandibule, etc.). Des Saurichthyidés le rapprochent également la structure du crâne primordial et les curieuses particularités de la nageoire caudale. Il ne peut être considéré cependant comme faisant exactement le passage des premiers aux seconds. L'hyomandibulaire, par exemple, n'est pas l'homologue de celui des *Saurichthys*, qui n'est pas traversé par la branche hyomandibulaire du facial et la présence d'un quadrato-jugal chez *Sau-*

richthys indique une structure plus primitive que celle présentée par la forme malgache, qui est pourtant géologiquement plus ancienne.

Quoi qu'il en soit, les affinités de ces diverses familles n'en sont pas moins indéniables, mais elles se présentent sous une forme beaucoup plus complexe qu'on ne l'admet habituellement.

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons ultraviolets sur les venins.* Note [1] de MM. **J. Vellard** et **Jarbas Penteado**, transmise par M. Maurice Caullery.

Les solutions de venin soumises à l'action des rayons ultraviolets présentent d'importantes modifications de leurs propriétés physico-chimiques et physiologiques dont quelques-unes seulement avaient été étudiées. Nous avons examiné à ce point de vue les venins ophidiques suivants : *Lachesis atrox* et *L. jararaca*, surtout coagulants et protéolytiques; *Crotalus terrificus*, neurotoxique et coagulant; *Naja tripudians*, neurotoxique, anticoagulant et hémolytique; ainsi qu'un venin de crapaud, *Bufo marinus*.

Conditions expérimentales. — Les irradiations, d'une durée variable de 2 à 45 minutes, étaient faites avec une lampe de quartz à une distance fixe de 25^{cm}. Les solutions de venin à 1 pour 1000 dans l'eau salée physiologique étaient placées dans des plaques de verre découvertes; l'épaisseur de la couche liquide était de 3 à 4^{mm}. La température externe s'élevait à 45° après 10 minutes d'irradiation, à 50-53° en 30 minutes et à 55-60° en 45 minutes. L'évaporation était intense; après l'irradiation, les solutions étaient ramenées à leur volume primitif par addition d'eau distillée neutre.

Modifications physico-chimiques. — A côté de caractères communs, les venins ophidiques irradiés ont montré de profondes différences spécifiques indiquant des compositions chimiques très diverses.

Tous ont leur viscosité augmentée et tendent à la gélification débutant à la superficie du liquide. Ceux de *L. atrox* et de *L. jararaca* deviennent sirupeux et se colorent en jaune; le premier reste limpide, le second se trouble légèrement. Les solutions de *C. terrificus* deviennent fortement opalescentes, avec un voile épais à la surface; par le repos, un fin précipité se dépose en partie au fond des tubes. Les solutions de *Naja* deviennent aussi opalescentes, mais par le repos un abondant précipité floconneux se dépose

---

(1) Séance du 8 septembre 1930.

et le liquide surnageant reste limpide. Ces modifications commencent après 2 minutes d'irradiation et vont en s'accentuant. Des solutions témoins, simplement chauffées à 60°, deviennent légèrement opalescentes, sans former de précipité.

La stabilité à la chaleur des solutions irradiées, aussi bien celles de *Lachesis* qui ne précipitent pas que celles de *Crotalus* et de *Naja*, est augmentée; elles ne présentent plus aucun changement d'aspect après 15 minutes d'ébullition au bain-marie. Au contraire, les solutions d'abord coagulées au bain-marie (15 minutes à 60°) et ensuite irradiées, présentent les mêmes changements que les solutions simplement irradiées.

Le pH se modifie; tous les venins deviennent plus acides; celui de *L. atrox* passe de 6,7 à 6,5 après 15 minutes d'irradiation, et à 6,3 après 45 minutes; celui de *Crotalus* passe de 6,6 à 6,2 et 5,8, et celui de *Naja* de 7,2 à 6,7 et 5,8.

Le venin de *Bufo marinus* presque dépourvu d'albumine prend une teinte rosée, légèrement fluorescente, s'accentuant peu à peu; il n'y a ni précipité, ni gélification. Le pH se déplace dans le même sens (5,8 à 5,3).

Propriétés physiologiques. — L'action physiologique des venins ophidiques est considérablement diminuée. Il n'a pas été possible de dissocier par ce moyen les diverses propriétés d'un même venin, coagulantes, protéolytiques, nécrosantes, neurotoxiques, etc., comme on peut le faire jusqu'à un certain point par la chaleur; il y a atténuation globale des venins. Cette atténuation n'est pas en relation directe avec l'abondance du précipité; le venin de *Naja* qui flocule abondamment est plus résistant que celui de *L. atrox* qui ne précipite pas. Les précipités étaient toujours inactifs. L'atténuation, déjà nette après 3 minutes d'irradiation, croît rapidement avec le temps sans que nous ayons pu obtenir dans ces conditions expérimentales des solutions complètement inactives à très hautes doses.

Voici quelques exemples : La dose de venin de *L. atrox* nécessaire pour coaguler en 1 heure 1^{cm^3} de plasma fluoré passe de $0^{mg},00015$ à $0^{mg},00075$ après 5 minutes d'irradiation, à $0^{mg},001$ après 10 minutes, à $0^{mg},006$ après 15 minutes, à $0^{mg},05$ après 30 minutes, et à $0^{mg},20$ après 45 minutes. Le minimum protéolytique passe de 0,5 à 5^{mg} après 15 minutes d'irradiation. Après 45 minutes d'irradiation, la dose minima mortelle pour le cobaye de 300^{g} passe de 8^{mg} à 25^{mg} avec le venin de *L. atrox*, de 0,1 à 20^{mg} avec celui de *Crotalus*, et de 0,5 à 18^{mg} avec celui de *Naja*. Les variations des autres propriétés sont comparables.

Ces résultats sont différents de ceux obtenus en chauffant les venins; l'action protéolytique de notre échantillon de *L. atrox* par exemple, ne dispa-

raissait qu'à 70° et son action coagulante à 90°; le venin de *Crotalus* perd sa toxicité à 95°.

Le venin sec n'est pas modifié. L'action toxique du venin de *B. marinus* est à peine altérée (léger retard de la mort).

Propriétés immunisantes. — A. Arthus et J. Favre n'ont pu immuniser des lapins à l'aide de petites doses répétées de venins irradiés. Avec des doses massives de venins irradiés 45 minutes, nous avons pu au contraire protéger des cobayes et des chèvres contre l'injection postérieure de doses mortelles de venin frais et mettre en évidence les propriétés antitoxiques de leur sérum.

Le sérum d'un cobaye, ayant reçu en 3 semaines 5 injections de 20^{mg} chacune de venin de *L. atrox* irradié, neutralisait $0^{mg},1$ de venin par centimètre cube correspondant à 3 d. m. m. pour le pigeon; celui d'un autre cobaye ayant reçu en 6 semaines 5 injections de 20^{mg} de venin de *Crotalus* neutralisait $0^{mg},025$ par centimètre cube (25 d. m. m.). Le sérum d'une chèvre ayant reçu 5 injections de venin de *L. atrox* neutralisait $0^{mg},25$ par centimètre cube (8 d. m. m.); une autre chèvre ayant reçu les mêmes doses de venin de *Naja* neutralisait $0^{mg},16$ (3 d. m. m.) par centimètre cube.

Les propriétés antigéniques des venins ophidiques ne disparaissent donc pas entièrement par l'irradiation; il est possible d'obtenir des solutions pratiquement atoxiques capables d'immuniser les animaux.

La séance est levée à $15^h 25^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 SEPTEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. Louis BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

La mort ne connaît point de vacances; elle vient de faire une victime nouvelle dans la personne de M. **Philippe Glangeaud**, Correspondant, depuis 1923, dans la Section de Minéralogie.

M. P. Glangeaud a consacré sa carrière scientifique au développement de nos connaissances sur la géologie du Plateau central; il est sans doute l'un des savants qui ont le mieux étudié la structure de cette région du sol français, si curieuse par les phénomènes volcaniques dont elle a été le siège.

Le distingué géologue semblait prédestiné à être l'historiographe de ces phénomènes : on le voit, en effet, débuter par des recherches approfondies sur les formations sédimentaires jurassiques de la bordure occidentale du Plateau, étudier ensuite les plissements crétacés et les formations tertiaires de celui-ci, puis, maître dans la connaissance du soubassement volcanique, aborder l'origine et la distribution des masses volcaniques elles-mêmes.

Par un choix heureux nommé professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Clermont, il se trouva placé au centre même du champ de ses recherches : on lui doit la connaissance des multiples périodes volcaniques dont la Limagne fut le siège et des trois massifs éruptifs dont est formé le Cantal; nul, mieux que Glangeaud, n'a étudié la Chaîne du Puys et, si l'on passe du particulier au général, les rapports de distribution des volcans avec les lignes de fracture. Du reste, rien ne le laissait indifférent de ce qui

touche au Massif central, phénomènes glaciaires, séismes, hydrologie; ses dernières Communications avaient trait aux pauvres nappes de pétrole signalées dans le Massif.

Souffrant depuis quelques années, il avait dû mettre un frein à son activité scientifique qui fut grande et qui lui vaudra une place des plus honorables parmi les géologues français.

Nous adressons à sa famille les condoléances de l'Académie.

M. le **Président** annonce qu'une lettre du secrétaire de l'Académie polonaise des Sciences et des Arts l'informe de la mort d'un de ses Membres, M. **Émile Godlewski**, survenue à Cracovie, le 11 septembre 1930. M. Godlewski, professeur honoraire à l'Université de Cracovie, était Correspondant de l'Académie dans la section d'Économie rurale depuis 1911.

M. **Roux**, doyen de cette section, rappelle à l'Académie les travaux de M. Godlewski sur la physiologie végétale; notamment ceux sur la respiration des graines amylacées et des graines oléagineuses pendant la germination, ceux sur le rôle de la pression osmotique dans l'allongement des végétaux. M. Godlewski a poursuivi d'intéressantes recherches sur la façon dont les plantes utilisent les nitrates suivant qu'elles vivent à l'obscurité ou à la lumière. Dans les deux cas les nitrates sont absorbés et une importante portion forme des composés organiques qui s'arrêtent à l'état d'amides lorsque le végétal est à l'obscurité et s'élèvent jusqu'à l'état albuminoïde lorsqu'il est exposé à la lumière. M. Godlewski a confirmé les expériences de Winogradsky sur la nutrition du ferment nitreux en montrant que cet organisme emprunte le carbone à l'acide carbonique gazeux, sans lequel ce ferment nitreux ne se développe pas. Bien d'autres recherches de ce grand travailleur seraient encore à citer qu'une improvisation ne permet pas de développer.

Les travaux de M. Godlewski sont devenus classiques, ils se distinguent par leur précision et par l'ingéniosité des méthodes imaginées par leur auteur. L'Académie des Sciences adresse ses condoléances à l'Académie polonaise des Sciences et des Lettres et s'associe aux regrets que lui cause la perte du savant éminent qu'était Émile Godlewski.

M. le **Président** donne lecture d'un télégramme par lequel M. **G. Claude** annonce la mise en fonctionnement de la première partie de son installation destinée à l'utilisation de l'énergie thermique des mers. Il se fait l'interprète des sentiments qu'inspire à l'Académie la nouvelle de ce brillant succès.

M. **Ch. Maurain** entretient l'Académie (1) de la fondation d'une station scientifique au *Jungfraujoch* au terminus du chemin de fer de la Jungfrau, à 3450m. Grâce à cette situation, l'accès de la station sera libre toute l'année. La station sera consacrée à des recherches biologiques et géophysiques. Elle a un caractère international et est établie par la Société helvétique des Sciences naturelles avec la coopération de la Fondation Rockefeller, du Kaiser Wilhelm Institut de Berlin, de la Société royale de Londres et de l'Université de Paris. L'acte de fondation a été signé le 5 septembre à Berne, et une visite des travaux a eu lieu le 6 septembre. Le gros œuvre est à peu près terminé, et l'on espère que les recherches scientifiques pourront commencer l'été prochain.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir cryptotoxique comparé des sels sodiques des acides saturés de la série acyclique.* Note de M. **H. Vincent.**

Dans un ensemble de publications dont les premières remontent à 1907-1908 (2), j'ai démontré que les combinaisons sodiques de certains acides, saturés ou non, de la série acyclique, possèdent de remarquables propriétés antitoxiques. En particulier, l'oléate, le palmitate, le margarate de sodium neutralisent complètement, à des doses infimes, les toxines microbiennes les plus actives : tétanique, diphtérique, dysentérique (b. de Shiga), etc. Les toxines ainsi influencées ne sont pas détruites, ce qui, indépendamment d'autres raisons, les différencie déjà des toxines formolées ou anatoxines. Elles sont inhibées par l'action physique des savons qui enrobent leurs micelles et forment avec elles un complexe atoxique.

Le pouvoir antitoxique de ces corps peut s'étendre aux venins (M. Renaud) et, dans certaines conditions, à certains alcaloïdes (L. Velluz) et à certains sels métalliques (L. Velluz), ainsi qu'il résulte de recherches faites à mon

(1) Séance du 8 septembre 1930.

(2) H. Vincent, *C. R. Soc. de Biol.*, **63**, 1907, p. 623 et 695; **67**, 1909, p. 679; **95**, 1926, p. 1525; *Annales de l'Inst. Pasteur*, **22**, 1908, p. 341; *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1307, et **184**, 1927, p. 921, etc.

laboratoire. Les savons neutralisent également la ricine (Raubistchek et Russ), etc.

Je me suis proposé de comparer le pouvoir cryptotoxique des sels sodiques des acides de la série acyclique de formule $C^nH^{2n}O^2$, afin de voir dans quelle mesure il est commandé par leurs propriétés physiques, leur tension superficielle et leur condensation en carbone.

A cet effet, chaque sel sodique a été mis en rapport, en proportions décroissantes, avec une toxine tétanique ou diphtérique d'un titre mortel déterminé. Ces mélanges agités étaient portés à 38° pendant quatre jours. On éprouvait ensuite leur toxicité par injection au cobaye.

Les termes les plus inférieurs de la série : C^1, C^2, C^3, n'ont montré aucun pouvoir antitoxique, même mélangés à fortes doses aux toxines microbiennes.

L'action cryptotoxique commence avec le sel sodique de l'acide en C^4 (butyrique), *bien que cette solution ne soit pas colloïdale*. Mises en contact avec un volume égal à $\frac{1}{10}$ de la solution saturée de ce sel, 100 doses mortelles de toxine tétanique sont rendues inoffensives. Avec la proportion de $\frac{1}{15}$ et $\frac{1}{20}$, le tétanos survient, mais il est tardif et subaigu.

La courbe qui traduit l'activité neutralisante des corps suivants devient cependant très irrégulière. Elle ne paraît obéir à aucune loi définie. Le sel sodique de C^5 (valérique) n'a qu'un pouvoir très faible. Au contraire, C^6 (caproïque) est actif : son sel en solution à $\frac{1}{10}$, ajouté dans la proportion de $\frac{1}{15}$, en volume, à 500 doses mortelles de toxine tétanique, les neutralise. Le sel sodique en C^7 est, à ce point de vue, très inférieur au précédent. Parmi les condensations suivantes, C^8 est plus actif que C^7, mais moins que C^6; le pouvoir de C^9 est très faible. Le caprate de sodium (C^{10}) se rapproche par contre, par son activité, de C^6.

Avec l'acide undécylique (C^{11}), se manifeste brusquement une activité cryptotoxique élevée. Sa solution sodique saturée (14,5 pour 100) mélangée dans la proportion de $\frac{1}{200}$, en volume, à 500 doses mortelles de toxine tétanique, annihile complètement celle-ci. A $\frac{1}{250}$, même si le mélange est porté à 48°, la neutralisation n'est plus complète. A $\frac{1}{300}$, les cobayes meurent du tétanos [1]. Il suffit donc de $0^g,000725$ d'undécylate de sodium pour neutraliser 500 doses mortelles de toxine tétanique.

---

[1] On doit, sans doute, considérer qu'à ce titre et au-dessous de celui-ci, l'enrobement micellaire par le film undécylique n'est pas complet. L'injection même d'une très faible dose du mélange est, en effet, tétanigène. Toutefois son pouvoir toxique a sensiblement fléchi; je l'ai trouvé, une fois, égal à $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{120}$ au lieu de $\frac{1}{500}$.

Les sels sodiques des acides en C^{12} (même en suspension très louche) C^{14}, C^{15}, C^{18} (origine Poulenc) n'ont montré qu'un pouvoir antitoxique très faible qui peut s'expliquer, en partie, par leur insuffisante solubilité (1).

Dans les termes supérieurs de la série, seul, le palmitate de sodium ($C^{16}H^{32}O^{2}$) possède une activité considérable. J'ai précédemment étudié son haut pouvoir cryptotoxique qui peut se chiffrer pondéralement : 2 à 4 millioniémes de milligramme de ce sel neutralisent une dose mortelle de toxine tétanique.

Il résulte de ce qui précède que les acides saturés de la série acyclique en solution sodique possèdent, au point de vue cryptotoxique, un pouvoir très inégal. Celui-ci n'est pas rigoureusement subordonné à la teneur en C, ni au nombre pair ou impair d'atomes de carbone (2), ni au point de fusion de l'acide, ni au degré de solubilité du sel, ni à certaines propriétés physiques (solubilité, consistance, degré de fusion de l'acide).

On doit noter que les solutions de ces sels commencent à mousser à l'agitation à partir de C^{6}. Leur structure colloïdale intervient donc d'une manière incontestable dans le phénomène d'inhibition toxique.

On a fait, de chacun des sels étudiés, des solutions de poids équimoléculaire en vue de la mesure de leur tension superficielle. L'unité à laquelle ces mesures ont été rapportées a été la solution de palmitate de sodium $CH^{3}-(CH^{2})^{14}COONa$, en solution aqueuse à $0^{g},15$ pour 100 (3). Dans ces conditions, on constate : 1° de sensibles inégalités de la tension superficielle des diverses solutions, mais sans rapport précis avec leur structure chimique; 2° la non-concordance absolue entre le pouvoir cryptotoxique respectif de ces corps et la valeur de leur tension superficielle. Cependant, au titre indiqué, le palmitate de sodium, qui est le plus actif de la série, a également le chiffre le plus bas représentant son activité capillaire (34,5 dynes) (4).

---

(1) A noter que l'œnanthylate de sodium (C^{7}), bien que très soluble, n'est presque pas antitoxique.

(2) Il sera toutefois rappelé que C^{6} est plus actif que C^{5} et C^{7}; C^{8} est plus actif que C^{9}; C^{10} l'est également plus que C^{9}. Mais C^{11} est fortement cryptotoxique.

(3) Le poids moléculaire de ce sel étant 278, les proportions des sels sodiques des autres acides (de C^{1} à C^{18}) ont été calculées suivant le rapport $\frac{278}{R - Na} \times 0,15$.

(4) Les relations qui unissent le pouvoir cryptotoxique à la faible tension superficielle se vérifient cependant et généralement pour les sels d'acides non saturés au regard des sels d'acides saturés (les premiers plus actifs que les seconds) : acide oléique (H. Vincent), acide oléo-ricinique (Larson et Nelson), acide linolénique (Velluz).

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les cas singuliers dans le calcul des orbites.* Note [1] de M. **Luc Picart.**

Dans les différentes méthodes de détermination des orbites au moyen de trois observations rapprochées, la distance ρ de l'astre au centre de la Terre s'obtient par une équation de la forme

$$\rho\Delta = D,$$

où Δ désigne, à un facteur près, le déterminant formé avec les 9 cosinus directeurs des trois directions observées.

Dans la pratique, on dispose le plus souvent d'observations assez nombreuses, non seulement pour éliminer le cas singulier où $\Delta = 0$, mais pour obtenir pour Δ une valeur qui ne soit pas très petite

Ce cas singulier mérite néanmoins d'être examiné théoriquement; le déterminant Δ s'annule dans les trois cas suivants :

1° Les trois directions observées sont parallèles à un même plan, tout en étant distinctes;

2° Deux directions sont confondues, la troisième étant différente des deux autres;

3° Les trois directions sont confondues.

Premier cas. — Prenons trois axes de coordonnées rectangulaires ayant pour origine le centre du Soleil S, le plan des xy étant parallèle au plan des trois directions; x, y, z étant les coordonnées de l'astre, qu'on affectera des indices 1, 2, 3 correspondant aux instants des observations, t_1, t_2, t_3, l'équation

$$z_2 = n_1 z_1 + n_3 z_3 \tag{1}$$

et les deux analogues expriment que les trois positions de l'astre sont dans un plan passant par l'origine; n_1 et n_3 sont les rapports des aires des triangles rectilignes ayant pour sommets S et les positions P_1, P_2 d'une part, P_2, P_3 de l'autre, au triangle SP_1P_3.

Les trois équations (1), lorsqu'on y remplace les coordonnées héliocentriques par leurs expressions

$$x = \rho\lambda + X, \qquad y = \rho\mu + Y, \qquad z = \rho\nu + Z, \tag{2}$$

---

[1] Séance du 15 septembre 1930.

où X, Y, Z sont les coordonnées de la Terre T, λ, μ, ν les cosinus directeurs de la direction géocentrique deviennent trois équations en ρ_1, ρ_2, ρ_3; or, par suite du choix actuel du plan des xy, les trois cosinus ν_1, ν_2, ν_3 s'annulent, et l'équation (1) donne

$$Z_2 = n_1 Z_1 + n_3 Z_3.$$

Mais, dans le mouvement káplérien de la Terre, on a de même

$$Z_2 = N_1 Z_1 + N_3 Z_3,$$

où N_1 et N_3 sont les rapports $\frac{ST_1T_2}{ST_1T_3}$ et $\frac{ST_2T_3}{ST_1T_3}$.

On a par conséquent

$$(3) \qquad (n_1 - N_1) Z_1 + (n_3 - N_3) Z_3 = 0.$$

Or les rapports n_1, n_3, N_1, N_3 ont, dans le mouvement elliptique, des développements bien connus; si, k^2 désignant la constante de l'attraction solaire, on pose,

$$\theta_1 = k(t_3 - t_2), \qquad \theta_2 = k(t_2 - t_1), \qquad \theta_3 = k(t_2 - t_1),$$

on a

$$n_1 = \frac{\theta_1}{\theta_2}\left[1 + \frac{\theta_3(\theta_2 + \theta_1)}{6r_2^3} + \frac{\theta_3(\theta_3^2 + \theta_1\theta_3 - \theta_1^2)}{4r_2^4}\frac{dr_2}{d\theta} + \ldots\right],$$

r_2 désignant la distance de l'astre au Soleil à l'instant t_2. En substituant ces développements dans l'équation (3), et réduisant le premier membre à sa partie principale, il vient

$$(4) \qquad \left(\frac{1}{r_2^3} - \frac{1}{R_2^3}\right)[(\theta_2 + \theta_1) Z_1 + (\theta_2 + \theta_3) Z_3] = 0.$$

En général, le second facteur, qui dépend uniquement des données, n'est pas nul; et l'on est conduit, au moins approximativement, à la solution $r_2 = R_2$; le triangle ST_2P_2 est alors isoscèle, on a $\rho_2 = 2R_2\cos\varphi_2$, φ_2 étant l'angle des directions géocentriques de l'astre et du Soleil; le calcul se poursuit sans difficulté par les méthodes usuelles, les équations (1) relatives à x et y donnant ρ_1 et ρ_3 par des équations linéaires dont le déterminant n'est pas nul.

Deuxième cas. — Le plan des xy restant parallèle à la direction double et à la direction distincte, prenons l'axe Sx parallèle à la direction double; nous admettons que la direction unique correspond à l'instant t_2; les équations précédentes subsistent; mais l'équation (1) relative à y donne

$$(5) \qquad Y_2 + \rho_2\mu_2 = n_1 Y_1 + n_3 Y_3,$$

d'où

$$\rho_2\mu_2 = (n_1 - N_1) Y_1 + (n_3 - N_3) Y_3;$$

la solution précédente, $r_2 = R_2$, conduirait à $\rho_2 = 0$, c'est-à-dire que l'astre coïnciderait avec la Terre; il faut, pour qu'il existe une solution différente, que, dans l'équation (4) on ait

$$(\theta_2 + \theta_1) Z_1 + (\theta_2 + \theta_3) Z_3 = 0,$$

ce qui donne approximativement

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 = 0,$$

et, dans le cas d'intervalles de temps équidistants, où l'on a $\theta_1 = \theta_3$,

$$Z_2 = 0.$$

On retrouve un théorème approximatif, démontré géométriquement par Klinkerfues, relatif au cas où l'orbite apparente présente un point double.

Lorsque cette relation est satisfaite, on peut déterminer ρ_2 par l'équation (5); mais, pour calculer ρ_1 et ρ_3, on n'a plus qu'une équation,

$$X_2 + \lambda_2\rho_2 = n_1(X_1 + \rho_1) + n_3(X_3 + \rho_3).$$

On se trouve donc en présence d'une indétermination, qui sera levée par une quatrième observation.

Troisième cas. — Nous prendrons comme axe des x la direction unique; des équations

$$(n_1 - N_1) Z_1 + (n_3 - N_3) Z_3 = 0, \qquad (n_1 - N_1) Y_1 + (n_3 - N_3) Z_3 = 0,$$

on déduit

$$n_1 = N_1, \qquad n_3 = N_3,$$

ce qui résulte immédiatement de ce que les triangles tels que SP_1P_2 et ST_1T_2 ont même projection sur le plan Syz, les orbites étant planes.

On a donc, non seulement $r_2 = R_2$, mais $\frac{dr_2}{dt} = \frac{dR_2}{dt}$; l'orbite de l'astre P est la symétrique de l'orbite terrestre par rapport au plan Syz, les points P et T étant à chaque instant symétriques l'un de l'autre; la trajectoire apparente ne peut donc présenter de point triple que dans le cas tout exceptionnel où elle se réduit à un point.

BOTANIQUE. — *Nouvelles recherches sur les gonidies des Lichens*, Note (¹) de M. **R. Chodat**.

J'ai, seul ou en collaboration avec des élèves, étudié successivement et en culture pure les gonidies des Lichens appartenant aux genres *Solorina*, *Coniocybe*, *Cladonia* et *Parmelia* et chaque fois, lorsque je passais d'une espèce de Lichen à une autre espèce de Lichen, je voyais que, si un genre de cette classe de plantes symbiotiques est, comme on le sait depuis longtemps, caractérisé par un type de gonidie, appartenant à un genre défini d'Algue verte ou d'Algue bleue, d'autre part la spécificité va si loin que chaque espèce lichénique, avec son appareil mycélien, est associée à une espèce d'Algue qui lui est spécifique : A *Solorina saccata* correspond le *Coccomyxa saccatæ*; à *Solorina crocea* correspond le *Coccomyxa croceæ*, ces deux gonidies différant, l'une de l'autre, par leur dimension cellulaire ainsi que par leur morphologie coloniale, lorsqu'elles sont cultivées sur un milieu standardisé.

A chaque espèce de *Cladonia* ou de *Peltigera* est associée une espèce élémentaire du genre *Cystococcus*. Otto Jaag a fait récemment des expériences sous ma direction, desquelles il ressort clairement que si chaque espèce de *Parmelia* possède aussi une gonidie propre, l'ensemble de ces gonidies spécifiques de *Parmelia* constitue un groupe morphologique qui contraste avec netteté avec le groupe formé par l'ensemble des gonidies extraites des diverses espèces lichéniques du genre *Cladonia*. Ces différences se marquent surtout par le faciès comparatif des cultures pures sur un milieu agarisé standardisé. Ainsi se trouve confirmée et étendue la théorie de la spécificité des gonidies des Lichens, telle que je l'avais formulée dès 1913 et telle qu'elle a été vérifiée par les expériences complémentaires de Waren (1920).

J'ai étendu récemment cette investigation aux Lichens dont on dit que leurs gonidies appartiennent au type pleurococcus, notamment aux genres lichéniques *Dermatocarpon*, *Endocarpon*, *Umbilicaria*, etc.

Les cultures pures de ces gonidies-pleurococcus, sur milieux agarisés sucrés, se distinguent de prime abord de celles des gonidies-cystococcus des *Cladonia* et des *Parmelia* ou d'autre origine, qui forment sur ces milieux agarisés, des croûtes sèches, granuleuses, étendues ou diversement lobées, ou des monticules irrégulièrement pustulés. Les colonies Pleurococcus, le

(¹) Séance du 15 septembre 1930.

plus souvent, se présentent, sur les mêmes milieux, en forme de boutons brillants, réguliers, hémisphériques qui finalement peuvent s'étaler en enduits gélatineux, visqueux ou semi-fluides, en particulier chez les Endocarpacées. Mais dans d'autres cas, quand il s'agit de *Toninia* ou de *Verrucaria*, elles se présentent en petites pustules grossièrement granuleuses qui, rapidement, se décolorent sans acquérir la dimension de celles des cultures des gonidies de *Cladonia* ou de *Parmelia*.

Mais si l'étude de la gonidie, lorsqu'il s'agit de celles du type cystococcus, ne présente pas de difficultés, ni pour ce qui est des forme cellulaires, en place, ni pour ce qui est de ces mêmes cellules en cultures pures, sur les divers milieux artificiels, il en est tout autrement quand il s'agit des gonidies-pleurococcus, à cause d'un polymorphisme, assez particulier, que ces Algues symbiotiques présentent, soit *in situ*, dans la trame du Lichen, soit en culture pure, ces dernières obtenues à partir d'une cellule unique, prélevée, au moyen d'une micro-pipette dans la couche gonidiale elle-même.

Tout d'abord, *in situ* on ne rencontre, dans ces sortes de Lichens, que rarement la forme classique pleurococcus où quatre cellules sont associées en croix, selon le type du *Pleurococcus Nægelii* Chod.

Le plus souvent, les cellules vertes sont isolées, ellipsoïdes assez courtes et de dimensions variées, comme si elles représentaient des spores de dimension irrégulière. Mais il n'y a jamais formation de vrais sporanges, comme dans le cas des *Cystococcus*. En effet, chaque cellule se divise végétativement par scissiparité et très souvent, à part ces états unicellulaires, dont le plastide est dépourvu de pyrénoïde, ou de stades bicellulaires, on a peine à trouver des groupes quaternes caractérisés. Et cependant, l'ordre et le mode de cloisonnement sont théoriquement les mêmes que dans la formation des groupes quaternes des *Pleurococcus*. En effet, après la première segmentation, les deux cellules filles, issues de cette division, s'isolent, par individualisation, laquelle procède en rompant le corps bicellulaire, tout d'abord par un côté, ce qui aboutit à des formes en *v*. Alors les deux moitiés divergentes s'isolent définitivement et deviennent, à leur tour, brièvement ellipsoïdes et chacune se divise ensuite par un plan orienté perpendiculairement au plan précédent de segmentation; tantôt ceci se fait pendant que les deux cellules divergent, ou plus rarement ce second cloisonnement se fait avant que les deux cellules aient pu commencer à s'isoler et il en résulte la disposition pleurococcoïde bien connue. Les transitions sont nombreuses.

Dans des cas plus rares, cette division végétative se répète, et par une

individualisation des produits de la division pleurococcoïde, naissent des cellules plus ou moins stichococcoïdes courtes ou plus longues et qu'il ne faut pas confondre avec de vrais *Stichococcus* comme ceux qui constituent les gonidies des *Coniocybe*, que nous avons en culture pure et qui ne présentent aucun polymorphisme de ce genre.

Dans le cas que nous venons de décrire des *Pleurococcus* muriformes en dissolution, on a parfois l'impression qu'il s'agit d'une espèce de sporulation.

Ce comportement explique l'erreur commise par Neubner et répétée par tous les Lichénologues que dans le thalle des Caliciacées les gonidies arrondies du type Pleurococcus, sous l'action comprimante des hyphes, se transformeraient en formes Stichococcus qui deviendraient héréditairement fixées. On a commis cette même erreur à propos de gonidies de *Staurothele* et d'*Endocarpon*.

Nous avons d'ailleurs isolé, Mlle Rayss et moi, du thalle d'un *Coniocybe*, un vrai *Stichococcus* lequel, en culture pure, ne présente aucun polymorphisme et qui, certainement, est incapable de passer par des états pleurococcus.

Remarquons que nous n'avons jusqu'à présent isolé aucune gonidie qui présenterait, dans son faciès cellulaire et dans son comportement cultural le type de l'Algue poussière si commune sur les écorces des arbres et que j'ai nommée *Pleurococcus Nægelii*. Les gonidies pleurococcus, isolées par nous et cultivées en milieux artificiels, appartiennent, soit comme segmentation, soit comme comportement colonial sur agar sucré, au type du *Pleurococcus Monas* (Aghd.), Chod. ou au type du *Pleurococcus Chodati* Bialosuknia (Chod.).

D'autre part la gonidie extraite de divers Lichens comme *Toninia vesiculosa* et certaines espèces de *Verrucaria*, correspond à un autre type de *Pleurococcus*, dont les complexes cellulaires sont plus nettement muriformes et les colonies, en culture pure, grossièrement granuleuses et qui est apte à fournir des gamètes (*Coccobotrys*, olim). Dans quelle mesure les autres types de *Pleurococcus* énumérés par nous, dans un travail précédent, correspondent-ils tous à des gonidies de Lichens, c'est ce que la suite de ce travail sur la spécificité des gonidies pleurococcoïdes, que nous poursuivons, nous permettra peut-être, de définir ultérieurement.

PLIS CACHETÉS.

M. L. **Barbillion** demande l'ouverture de deux plis cachetés reçus respectivement dans les séances des 5 et 26 mars 1917 et inscrits sous les n°s 8369 et 8372.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, contiennent les Mémoires suivants de MM. J. Libold et L. Barbillion : Pli n° 8369 : *Sur un procédé de tir contre avions*; pli n° 8372 : *Tir contre avions. Diagrammes de dérive*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur l'utilisation des fleuves à leur embouchure;* par M. C. **Raveau**.

Ce n'est pas seulement une différence de température qui, comme l'a remarqué Carnot, peut engendrer de la force motrice. Toute hétérogénéité, notamment une différence de composition chimique, est, on le sait, dans le même cas, à la condition que nous puissions obtenir des forces différentes, dont la résultante produira du travail. Dans le dispositif de MM. Claude et Boucherot, on utilise la variation de la force élastique de la vapeur d'eau salée avec la température. Mais entre l'eau salée et l'eau douce il existe aussi, à la même température et en vertu de la salure seule, une différence de tension de vapeur. C'est cet écart qui porte le point d'ébullition de l'eau de mer, sous la pression normale, de 100° à 103°,7, température à laquelle la tension de vapeur de l'eau pure dépasse 866^{mm}. Sous les tropiques, si la température de l'eau de mer superficielle et celle des fleuves à leur embouchure est d'environ 30°, l'emploi de *l'eau douce au lieu de l'eau de mer chaude* équivaudra à réchauffer celle-ci à 32°. C'est donc une amélioration notable du procédé, qui peut être obtenue sans aucune dépense.

Pourrait-on songer à utiliser uniquement l'eau douce et l'eau de mer superficielle à la température de l'atmosphère? Tout se passerait alors

comme si l'on utilisait une différence de température de 2 degrés seulement, soit entre eaux douces (comme à Ougrée, *Comptes rendus*, 4 juin 1928), soit entre eaux salées. Si faible que soit cette différence, elle entraîne cependant une variation relative de pression 106/866, ce qui correspondrait, dans l'air atmosphérique, à un millier de mètres et à une hauteur non moindre si l'on passe à la vapeur d'eau, même aux températures ordinaires. Si, dans une atmosphère qui serait composée uniquement de vapeur d'eau au-dessus d'eau pure, on plaçait un vase contenant de l'eau de mer, celle-ci condenserait la vapeur, et, par conséquent, attirerait l'eau douce jusqu'à ce qu'on l'ait élevée à plus de 1000^m. Inversement, l'ingénieur désireux d'utiliser les forces naturelles doit donc se représenter que, quand l'eau d'un fleuve vient se mélanger à celle de la mer, la perte est la même que si le fleuve arrivait au sommet d'une falaise de plus de 1000^m de haut et qu'on le laissât s'écouler sans exploiter la chute d'eau. Certes un très grand progrès dans l'emploi des turbines aux températures atmosphériques serait nécessaire avant qu'on pût songer à tirer parti de la seule salure de l'eau de mer opposée à l'eau douce, mais il semble bien qu'on ne doive pas décourager les recherches dans ce sens, si l'on songe à l'élévation de la seule limite qu'impose la théorie et aux deux avantages que présenterait ce procédé : 1° la suppression du tube amenant l'eau salée de profondeur; 2° la possibilité d'opérer à l'embouchure d'un fleuve quelconque, le travail dépendant à peu près uniquement de l'abaissement *relatif* de tension de vapeur, lequel ne varie pas avec le climat, tropical ou tempéré.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

E. Guyénot. *La variation et l'évolution.* Tome II. *L'évolution.* (Présenté par M. M. Caullery.)

ALGÈBRE. — *Sur les fractions continues algébriques.*
Note de M. **Jacques Chokhate**, transmise par M. P. Appell.

On sait (¹) que dans la fraction continue

$$(1)\quad \int_a^b \frac{d\psi(y)}{x-y} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\alpha^n}{x^{n+1}} = \frac{|\lambda_1|}{|q_1(x)|} - \frac{|\lambda_2|}{|q_2(x)|} - \ldots - \frac{|\lambda_n|}{|q_n(x)|} - \ldots$$

$$\left[\alpha_n = \int_a^b x^n\, d\psi(x)\,;\ \lambda_n = \text{const.},\ g_n(x) - \text{polynome en } x\right],$$

où $\psi(x)$ *est non décroissante dans* (a, b), y ayant une infinité de points de croissance. *tous les* $q_n(x)$ *sont du premier degré*. Cela est équivalent à l'existence d'une suite illimitée de polynomes orthogonaux et normaux de Tchebycheff

$$(2)\quad \varphi_n(x; d\psi) \equiv \varphi_n(x) = a_n(d\psi)\Phi_n(x) \equiv a_n(x^n + \ldots) \qquad (n = 0, 1, \ldots; a_n > 0),$$

$$(3)\quad \int_a^b \Phi_n(x) \sum_{i=0}^{n-1} g_i x^i\, d\psi(x) = 0 \qquad (g_i \text{ arbitraire}).$$

On peut se demander : *qu'est-ce qu'on peut dire de* $q_n(x)$, *si* $\psi(x)$ *n'est plus monotone dans* (a, b)?

Théorème I. — *Soit* $r(x)$ *une fonction continue admettant s changements de signe entre a et b. Alors,* $\psi(x)$ *étant de la nature indiquée,*

$$\int_a^b \frac{r(y)\, d\psi(y)}{x-y} = \frac{|\lambda_1|}{|q_1(x)|} - \frac{|\lambda_2|}{|q_2(x)|} - \ldots - \frac{|\lambda_n|}{|q_n(x)|} - \ldots \qquad (\lambda_n = \text{const.}),$$

où le degré du polynome $q_n(x)$ $(n = 1, 2, \ldots)$ *ne surpasse pas* $s+1$.

On peut remplacer ici $r(y)\,d\psi(y)$ par $p(y)\,dy$, $p(y)$ changeant son signe, entre a et b, s fois.

On peut préciser cet énoncé dans certains cas.

Convenons d'écrire, pour $r(y) \equiv y - \alpha$ $(a < \alpha < b)$,

$$\int_a^b \frac{(y-\alpha)\, d\psi(y)}{x-y} = \frac{|\lambda_{i_1}|}{|q_{i_1}(x)|} - \frac{|\lambda_{i_2}|}{|q_{i_2}(x)|} - \ldots - \frac{|\lambda_{i_n}|}{|q_{i_n}(x)|} - \ldots,$$

les indices i_n *étant tels que* $\varphi_{i_n}(\alpha; d\psi) \neq 0$ $(n = 1, 2, \ldots)$.

(¹) O. Perron, *Die Lehre von den Kettenbrüchen*, 1913, p. 377.

Théorème II. — 1° $i_n - i_{n-1} \leqq 2$ $(n = 1, 2, \ldots; i_0 = 0)$; 2° *le degré de* $q_{i_n}(x)$ *est* 1 *ou* 2, *selon que* $i_n - i_{n-1} = 1$ *ou* 2; 3° *au lieu de la suite* (2) *on a ici une suite (lacunaire) de polynomes orthogonaux,*

$$\overline{\Phi}_{i_1}(x),\quad \overline{\Phi}_{i_2}(x),\quad \ldots,\quad \overline{\Phi}_{i_n}(x),\quad \ldots \qquad [\overline{\Phi}_{i_n}(x) = x^{i_n} + \ldots];$$

4° *les racines de* $\overline{\Phi}_{i_n}(x)$ *sont toutes réelles et simples, une au plus pouvant tomber en dehors de* (a, b); 5° *on a,* l *et* m *désignant deux indices successifs de la suite* $i_1, i_2, \ldots,$

$$\overline{\Phi}_l(x) = \frac{K_l(\alpha, x)}{a_l \varphi_l(\alpha)} \qquad \left[K_l(\alpha, x) = \sum_{i=0}^{l} \varphi_i(\alpha)\varphi_i(x)\right],$$

$$\int_a^b (x - \alpha)\overline{\Phi}_l^2(x)\, d\psi(x) = \frac{\rho_l}{\overline{a}_l^2} = -\frac{\varphi_{l+1}(\alpha)}{\varphi_l(\alpha) a_l a_{l+1}} \qquad (\rho_l = \pm 1,\ m = l + 1),$$

$$\int_a^b (x - \alpha)\overline{\Phi}_l^2(x)\, d\psi(x) = 0 \qquad (m = l + 2).$$

Corollaire. — *Supposons que* $\psi_i(\alpha; d\psi) \neq 0$ $(i = 1, 2, \ldots)$ (il existe une infinité de telles α). *Alors,*

$$\int_a^b \frac{(y - \alpha)\, d\psi(y)}{x - y} = \frac{|\lambda'_1|}{|x - c'_1|} - \frac{|\lambda'_2|}{|x - c'_2|} - \ldots - \frac{|\lambda'_n|}{|x - c'_n|} - \ldots$$
$$(\lambda'_n,\ c'_n - \text{const.}),$$

ce qui donne naissance à une suite orthogonale et normale, sans lacunes :

$$\overline{\varphi}_0(x),\quad \overline{\varphi}_1(x),\quad \ldots,\quad \overline{\varphi}_n(x),\quad \ldots \qquad (\overline{\varphi}_n(x) = \overline{a}_n x^n + \ldots,\ a_n > 0).$$

La démonstration des résultats ci-dessus est basée sur les relations (3).

TOPOLOGIE. — *Analyse géométrique de la dimension des ensembles fermés* (¹). Note (²) de M. **Paul Alexandroff**, présentée par M. Émile Borel.

1. Soit F un ensemble fermé situé dans E^n. Une suite

(1) $$\Gamma^r = (\Gamma_1^r, \Gamma_2^r, \ldots, \Gamma_k^r, \ldots)$$

s'appelle *cycloïde* à r dimensions agrégé à F, si Γ_k^r est un δ_k-cycle, mod m_k,

(¹) Cf. (surtout pour les notations) P. Alexandroff, *Sur la théorie de la dimension* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1102).

(²) Séance du 12 mai 1930.

agrégé à F, avec $\lim \delta_k = 0$. Dans le cas général, m_k varie avec k et l'on a un *cycloïde à module variable;* dans le cas particulier où $m_k = m$ quel que soit k, Γ^r est dit cycloïde mod$m$. Le cycloïde (1) est par définition ~ 0 dans F, si Γ_k^r est la frontière, modm_k, d'un ε_k-polyèdre agrégé à F, $\lim \varepsilon_k = 0$. Le cycloïde (1) est dit *essentiel* (ou différent de zéro) s'il existe un $\alpha > 0$ et un sous-ensemble F′ de F tels que le cycloïde (1) soit agrégé à F′ tandis qu'aucun α-polièdre agrégé à F′ n'ait $\Gamma_k^r (k = 1, 2, 3, \ldots)$ pour sa frontière modm_k.

2. Cela posé, on démontre sans peine que la dimension mod$m$ que j'ai introduite dans ma Note citée peut être définie comme le plus grand entier $\Delta^m(F) = r$ tel qu'il existe dans F un cycloïde Γ^r (mod$m$) à $r - 1$ dimensions, essentiel et ~ 0 dans F. *En omettant, dans cette dernière définition, la condition que le cycloïde* Γ^r *possède un module constant* m, on obtient ce qu'il est naturel d'appeler *dimension à module variable*. Les relations qui subsistent entre la théorie de la dimension et l'*Analysis situs* classique sont alors mises en pleine lumière par le théorème suivant :

I. *La dimension à module variable coïncide, pour tout ensemble fermé, avec la dimension au sens de Brouwer, Urysohn et Menger.*

3. Soit donnée une représentation continue φ de F sur un cube Q. Nous considérons des modifications continues de φ en supposant toutefois que φ reste invariable aux points de F dont l'image appartient à la frontière du cube. Si, quelle que soit la modification de cette sorte, le cube Q tout entier demeure recouvert par l'image de F, nous dirons que φ est une représentation *essentielle*. On a alors le théorème suivant :

II. *Les ensembles* F *dont la dimension brouwerienne est au moins égale à* r *sont exactement ceux, parmi les ensembles fermés, qu'on peut représenter d'une façon essentielle sur un cube à* r *dimensions.*

Cela posé, on obtient le théorème I en considérant au lieu de F des polyèdres très voisins à F et en y appliquant un résultat fondamental de M. Hopf, à savoir : Si une représentation continue d'un polyèdre C sur un cube Q^r est essentielle, il existe dans C pour un certain entier $m > 1$, un cycle relatif [1] (mod m) dont l'image recouvre Q au sens de la Topologie mod m [2].

4. Considérons, dans la définition des cycles enlacés et des barrières à r dimensions [3], tous les cycles et toutes les homologies au sens ordinaire

---

[1] Au sens de M. Lefschetz (*Ann. of Math.*, **29**, 1928, p. 235).

[2] Cf. un Mémoire de M. Hopf à paraître dans le *Recueil mathématique de Moscou*.

[3] Cf. le n° 4 de ma Note citée.

(sans module); on obtient alors des cycles *simplement enlacés* et des *barrières simples*. Un cycle simplement enlacé avec F sera dit *enlacé sans torsion*, s'il reste enlacé quand on le prend avec un coefficient non nul quelconque; on obtient d'une façon analogue les barrières sans torsion.

Soit enfin P un polyèdre dans un domaine J^r de E^r homéomorphe à l'intérieur d'une hypersphère; supposons que P soit étranger à F. Nous dirons que ce polyèdre est *enchaîné* avec F dans J^r, s'il est impossible de le réduire en un point par une déformation *simultanée* de F et de P telle que, au cours de cette déformation, F et P sont, à chaque instant, étrangers l'un à l'autre et que P reste toujours dans J tandis que les points de F non intérieurs à J^r, demeurent immobiles. F constitue autour de son point a une *barrière homotopique à r dimensions*, s'il existe autour de a une sphère S^{r-1} à $n-1$ dimensions telles qu'on puisse trouver dans un voisinage arbitrairement petit de a un polyèdre à $n-r-1$ dimensions enchaîné avec F à l'intérieur de S^{r-1}.

On tire du théorème I les résultats suivants :

III. *Pour que l'ensemble fermé* F *situé dans* E^r *soit de dimension r (au sens de M. Brouwer), il faut et il suffit qu'il constitue autour d'un au moins de ses points une barrière simple à r dimensions en ne constituant nulle part une barrière à un nombre de dimensions supérieur.*

III *bis*. *L'énoncé précédent reste vrai, si l'on y remplace l'adjectif « simple » par « homotopique ».*

Corollaire. — *Un ensemble* F *à* $n-1$ *dimensions décompose localement l'espace* E^r.

5. Supposons pour un instant que les éléments Γ_k^r du cycloïde (1) sont des cycles ordinaires (sans module); on obtient alors des cycloïdes *ordinaires* [1] qui nous conduisent toujours par la même méthode, à ce que j'appelle *dimension sans torsion. Or, cette dernière est caractérisée par les barrières sans torsion de la même manière qu'on caractérise la dimension brouwerienne par les barrières simples.*

---

[1] Les homologies y sont comprises « avec division ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des équations intégro-différentielles jointes à des conditions intégro-différentielles à la frontière.* Note [1] de M. **Georges Giraud**.

Les questions déjà traitées pour les équations aux dérivées partielles du type elliptique sont des cas particuliers de problèmes dans lesquels l'équation et la condition à la frontière peuvent contenir des intégrales dépendant de l'inconnue. Le problème des marées est de cette nature [2].

Soient D un domaine borné ouvert de l'espace à m dimensions, S sa frontière, $\varpi_1, \varpi_2, \ldots, \varpi_m$ les cosinus directeurs de la normale extérieure à S. Posons

$$\mathcal{F}(u)=\sum_{\alpha,\beta} a_{\alpha,\beta}\frac{\partial^2 u}{\partial x_\alpha\,\partial x_\beta}+\sum_\alpha b_\alpha\frac{\partial u}{\partial x_\alpha}+cu+\int_{\mathrm{D}}^{(m)} g(\mathrm{X},\Lambda)\,u(\Lambda)\,d\mathrm{V}_\Lambda$$
$$+\int_{\mathrm{S}}^{(m-1)} h(\mathrm{X},\Lambda)\,u(\Lambda)\,d\mathrm{S}_\Lambda \qquad (a_{\alpha,\beta}=a_{\beta,\alpha}).$$

$$\Theta_i(u)=\sum_{\alpha,\beta} a_{\alpha,\beta}\varpi_\alpha\frac{\partial u}{\partial x_\beta}+\psi u-\int_{\mathrm{D}}^{(m)} k(\mathrm{X},\Lambda)\,u(\Lambda)\,d\mathrm{V}_\Lambda+\int_{\mathrm{S}}^{(m-1)} l(\mathrm{X},\Lambda)\,u(\Lambda)\,d\mathrm{S}_\Lambda,$$

$$\Theta_e(u)=\sum_{\alpha,\beta} a_{\alpha,\beta}\varpi_\alpha\frac{\partial u}{\partial x_\beta}+(\psi-\lambda)u,$$

$$\mathcal{G}(v)=\sum_{\alpha,\beta}\frac{\partial}{\partial x_\beta}\left(a_{\alpha,\beta}\frac{\partial v}{\partial x_\alpha}\right)-\sum_\alpha\frac{\partial}{\partial x_\alpha}\left[\left(b_\alpha-\sum_\beta\frac{\partial a_{\alpha,\beta}}{\partial x_\beta}\right)v\right]+cv$$
$$+\int_{\mathrm{D}}^{(m)} g(\Lambda,\mathrm{X})\,v(\Lambda)\,d\mathrm{V}_\Lambda+\int_{\mathrm{S}}^{(m-1)} k(\Lambda,\mathrm{X})\,v(\Lambda)\,d\mathrm{S}_\Lambda.$$

$$\mathrm{Z}_i(v)=\sum_{\alpha,\beta}\varpi_\alpha\frac{\partial(a_{\alpha,\beta}\,v)}{\partial x_\beta}+\left(\psi-\sum_\alpha b_\alpha\varpi_\alpha\right)v-\int_{\mathrm{D}}^{(m)} h(\Lambda,\mathrm{X})\,v(\Lambda)\,d\mathrm{V}_\Lambda$$
$$+\int_{\mathrm{S}}^{(m-1)} l(\Lambda,\mathrm{X})\,v(\Lambda)\,d\mathrm{S}_\Lambda.$$

$$\mathrm{Z}_e(v)=\sum_{\alpha,\beta}\varpi_\alpha\frac{\partial(a_{\alpha,\beta}\,v)}{\partial x_\beta}+\left(\psi-\lambda-\sum_\alpha b_\alpha\varpi_\alpha\right)v;$$

les indices i et e signifient *intérieur* et *extérieur*. Les fonctions $a_{\alpha,\beta}$, b_α, c, χ, sont telles que l'équation

$$\sum_{\alpha,\beta} a_{\alpha,\beta}\frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial x_\alpha\,\partial x_\beta}+\sum_\alpha b_\alpha\frac{\partial\mathrm{F}}{\partial x_\alpha}+c\mathrm{F}=\chi\mathrm{F}$$

soit du type elliptique ($a_{\alpha,\alpha}>0$) et admette une solution élémentaire

(1) Séance du 15 septembre 1930.

(2) Gaston Bertrand, *Annales de l'École Normale*, 40, 1923, p. 151 à 258.

$F(X, \Xi)$ s'annulant à l'infini ([1]). Pour simplifier, on ne considère pas ici les cas où g, h, k, l ne seraient pas bornées; ces fonctions sont nulles dès qu'un des deux points sort de $D + S$ et remplissent certaines conditions de régularité. On fait en sorte que c soit négatif hors de D et que

$$\chi > c + \int_D^{(m)} |g(X, A)|\, dV_A + \int_S^{(m-1)} |h(X, A)|\, dS_A,$$
$$\lambda > \int_D^{(m)} |k(X, A)|\, dV_A + \int_S^{(m-1)} |l(X, A)|\, dS_A$$

plus des inégalités analogues relatives à $\mathcal{G}$ et à Z.

On démontre alors l'existence d'une fonction $G(X, \Xi)$ qui, par rapport à X, est nulle à l'infini et continue partout sauf en Ξ où elle devient infinie comme $F(X, \Xi)$; ses dérivées sont continues sauf en Ξ et sauf sur S où l'on a $\Theta_i(G) = \Theta_e(G)$; enfin, sauf en Ξ et sauf sur S, on a $\mathcal{F}(G) = \chi G$. Cette fonction se tire de $F(X, \Xi)$ par une équation de Fredholm ayant une solution et une seule, et, par rapport à Ξ, elle possède les propriétés analogues, $\mathcal{G}$ et Z remplaçant $\mathcal{F}$ et Θ. On vérifie en outre que les *potentiels* de simple et de double couche,

$$\int_S^{(m-1)} G(X, A)\sigma(A)\, dS_A \quad \text{et} \quad \int_S^{(m-1)} Z[G(X, A)]\sigma(A)\, dS_A$$

jouissent des mêmes propriétés que pour les équations aux dérivées partielles, c'est-à-dire que, sur S, le premier est continu et l'autre discontinu; les opérations Θ_i et Θ_e donnent des résultats différents pour le premier, égaux pour l'autre; les sauts brusques ont les mêmes expressions que pour les équations aux dérivées partielles.

On peut alors traiter complètement les questions de trouver, dans D, une fonction u telle que $\mathcal{F}(u)$ prenne des valeurs données et que, sur S, u ou $\Theta_i(u)$ prenne des valeurs données; on peut aussi, si S se compose de plusieurs contours, se donner u sur les uns, $\Theta_i(u)$ sur les autres; si $m = 2$, la dérivée tangentielle peut figurer dans les conditions sur S ([2]). Tous ces

---

([1]) *Annales de l'École Normale*, **47**, 1930, p. 197 à 266, spécialement pages 199 à 203 et 248; c peut être discontinu sur S pourvu que $c - \chi$ reste continu.

([2]) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 244-246; il faut faire une hypothèse sur la façon dont $h(t)$ peut s'annuler; par exemple, on peut supposer que toute racine t_0 est intérieure à un intervalle où l'on a $h^{-1}(t) = a|t - t_0|^{-\alpha} +$ fonction lipschitzienne $(0 < \alpha < 1)$. Voir aussi l'extension de ces questions à des multiplicités (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 613-614).

problèmes se ramènent à des systèmes d'équations de Fredholm donnant toutes leurs solutions et chacune une seule fois. En particulier, si

$$c < -\int_{D}^{(m)} |g(X, A)|\, dV_A - \int_{S}^{(m-1)} |h(X, A)|\, dS_A,$$

et si de plus, quand la donnée sur S est $\Theta_i(u)$,

$$\psi > \int_{D}^{(m)} |k(X, A)|\, dV_A + \int_{S}^{(m-1)} |l(X, A)|\, dS_A,$$

ces problèmes ont une solution et une seule.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation fonctionnelle.* Note [1] de M. **Radu Badesco.**

Nous avons fait récemment [2] l'étude des solutions $\Phi(z)$ d'une équation intégro-fonctionnelle qui généralise l'équation

$$\Phi(z) = \Phi[\theta(z)] + 1 \tag{1}$$

résolue par Abel en la ramenant à une équation aux différences finies [3]. C'était là un procédé de résolution qui ne mettait pas en évidence la nature analytique de $\Phi(z)$ et détournait ainsi le problème de son véritable aspect. Il est possible maintenant, après les remarquables recherches de MM. Fatou et Julia sur l'itération des fonctions rationnelles [4], de définir la fonction $\Phi(z)$ dans tout son domaine d'existence. Nous voulons exposer ici certains résultats obtenus sur l'équation plus générale

$$\Phi(z) = \lambda F(z) \Phi[\theta(z)] + \Psi(z), \tag{2}$$

$\theta(z)$ étant une fonction rationnelle et λ un paramètre complexe. Dans cette Note, nous définirons la solution $\Phi(z)$ dans le *domaine total d'attraction* d'un point fixe ζ, $[|\theta'(\zeta)| < 1]$, relatif aux itérées successives de $\theta(z)$. Remarquons d'abord que, au moyen d'une même transformation homogra-

(1) Séance du 15 septembre 1930.

(2) *Comptes rendus Acad. Royale de Belgique*, 5e série, 15, 1929, p. 1062.

(3) Mémoires posthumes (*Œuvres*, II, 1881, p. 36).

(4) Fatou, *Bull. Soc. math. France*, 47, 1919, p. 161; 48, 1920, p. 208; 50, 1922, p. 37; 51, 1923, p. 16; 52, 1924, p. 468. — Julia, *Journal de Liouville*, 7e série, 4, 1918, p. 47.

phique effectuée sur z et $\theta(z)$, on peut supposer que le point fixe attractif ζ est situé à distance finie et que son domaine total d'attraction D ne contient pas le point à l'infini.

Ceci précisé, considérons un domaine connexe Δ, appartenant à D, dont tous les points ont des conséquents appartenant aussi à Δ, frontières comprises, et sur lequel $F(z)$ et $\Psi(z)$ sont holomorphes [1]. Δ contient donc le point ζ. Désignons ensuite par $\theta_n(z)$ le $n^{\text{ième}}$ conséquent d'un point z de Δ. La série

$$(3) \qquad \Phi(z)=\sum_{n=0}^{\infty} \lambda^n F(z)\, F[\theta_1(z)] \ldots F[\theta_{n-1}(z)]\, \Psi[\theta_n(z)],$$

qui vérifie formellement l'équation (2), converge absolument et uniformément en λ à l'intérieur de tout cercle concentrique au cercle Γ_0

$$|\lambda| = \frac{1}{|F(\zeta)|},$$

mais de rayon plus petit, ceci quel que soit z dans Δ. C'est *l'unique solution de* (2), holomorphe par rapport aux deux variables z et λ à l'intérieur des régions mentionnées. Si $F(\zeta)$ est nul, $\Phi(z)$ *est une fonction entière* de la variable λ.

Pour prolonger cet élément dans le plan λ, il suffit d'utiliser le procédé employé dans notre Note précédemment citée, mais que l'on doit modifier, convenablement, le point ζ n'étant plus à l'origine. Les seules singularités qui s'introduisent par ce prolongement analytique sont des pôles simples, formant un ensemble dénombrable

$$(L) \qquad \lambda_0,\ \lambda_1,\ \ldots,\ \lambda_n,\ \ldots \qquad \lambda_n^{-1}=[\theta'(\zeta)]^n . F(\zeta).$$

$\Phi(z)$ est donc une fonction méromorphe dans tout le plan (ouvert) λ. Nous n'avons pu définir cette solution que dans le domaine *immédiat* d'attraction de ζ, le procédé de prolongement analytique utilisé nécessitant la possibilité de faire suivre à z un chemin continu, aboutissant en ζ, qui soit entièrement contenu dans Δ. Si Δ n'est pas d'un seul tenant, $\Phi(z)$ n'est définie qu'à l'intérieur du cercle Γ_0.

Théorème. — *L'équation fonctionnelle* (2) *admet une seule solution* $\Phi(z)$ *holomorphe en* λ *autour de l'origine, qui est holomorphe aussi dans le plan* z

(1) Nous supposons que $\Psi(\zeta) \neq 0$. Pour les autres cas, voir le procédé de prolongement analytique introduit dans la première Note citée ci-dessus.

à l'intérieur de tout domaine d'attraction Δ *sur lequel les fonctions* $F(z)$ *et* $\Psi(z)$ *sont holomorphes. Si* Δ *appartient au domaine immédiat d'attraction,* $\Phi(z)$ *est une fonction méromorphe dans tout le plan* λ, *les pôles étant les points de l'ensemble* (L).

Dans ce dernier cas on obtient encore deux théorèmes analogues à ceux de Fredholm, concernant les solutions exceptionnelles de (2); nous avons déjà exposé une méthode de résolution qui peut être étendue aussi à l'équation (2) [1].

Pour finir, remarquons que certains résultats sont valables même si $\theta(z)$ est une fonction quelconque; on est alors conduit à utiliser les résultats énoncés par M. Marty [2] et retrouvés par nous au moyen des surfaces de Riemann [3]. Dans une Note récente [4], M. Marty remarque que nous avons obtenu un nombre minimum de cellules univalentes en abandonnant la condition d'homologie. Or, même si l'on tient compte de cette condition, les propositions 2° et 3° de son théorème IV ne sont pas toujours vraies; il faut spécifier qu'il s'agit de cellules complètement homologues, et alors on retrouve notre théorème II. Quant au théorème III énoncé par nous, aucune précision n'est nécessaire, l'existence du groupe $\mathcal{G}$ étant conditionnée clairement par l'existence des points homologues dans les cellules correspondantes.

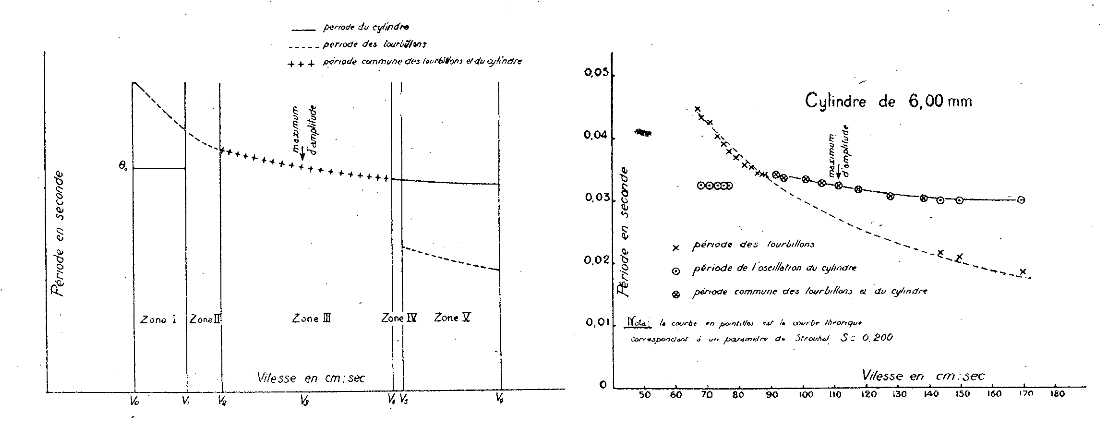
HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la vibration des tiges cylindriques dans l'eau sous l'influence des tourbillons alternés.* Note [5] de M. **Pierre Dupin**, transmise par M. L. Lecornu.

On sait combien sont complexes les questions concernant les vibrations des ouvrages hydrauliques. L'objet de cette Note est de décrire l'un des deux modes de vibrations des tiges cylindriques encastrées à leur base : la vibration dans un plan perpendiculaire à la direction de l'écoulement. Ce mode de vibration a déjà été signalé par plusieurs auteurs parmi lesquels Riabouchinsky, Lord Rayleigh, E. G. Richardson.

Comme nous l'avons déjà montré [6], cette vibration apparaît lorsque la

(1) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 831.
(2) *Ibid.*, **190**, 1930, p. 466.
(3) *Ibid.*, **190**, 1930, p. 911.
(4) *Ibid.*, **190**, 1930, p. 1221.
(5) Séance du 15 septembre 1930.
(6) *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1509.

vitesse relative du fluide et du corps immergé est telle que la période des tourbillons se trouve être voisine de la période propre de la tige. Dans toutes nos expériences, le diamètre des obstacles et la vitesse du fluide étaient tels que le nombre de Reynolds était toujours supérieur à 1900. On sait que, dans ce cas, le paramètre de Strouhal est sensiblement constant et égal à 0,200. Les périodes d'oscillation étaient mesurées en examinant le sommet des tiges vibrantes à travers le disque d'un stroboscope. La méthode du fil précédemment décrite ([1]) permettait la mesure de la fréquence des tourbillons alternés. L'ensemble de nos expériences montre que



l'on peut distinguer cinq zones de vitesses caractéristiques pendant la durée de la vibration :

Zone I. — Pour une vitesse V_0, la tige commence à osciller; sa période est égale à la période Θ_0 de ses oscillations libres lorsqu'on l'excite par un choc tandis qu'elle est plongée dans une cuve pleine d'eau au repos. La période des tourbillons est différente de celle du cylindre et très sensiblement égale à celle qu'auraient ces tourbillons pour la vitesse V_0 si l'obstacle ne vibrait pas. Jusqu'à une vitesse V_1, le cylindre oscille toujours avec la même période Θ_0. De V_0 à V_1, la période des tourbillons varie normalement en fonction de la vitesse.

Zone II. — La vitesse V_1 dépassée, le phénomène change d'aspect; l'amplitude des oscillations de la tige varie continuellement. Il est impossible de déterminer sa période à l'aide du stroboscope. La période des tourbillons est, au contraire, toujours bien définie par la relation $T = \frac{D}{0,2\,V}$.

([1]) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 920.

Zone III. — A partir d'une vitesse V_2, les tourbillons et le cylindre ont même période; ils sont *accrochés*. La période commune du système est différente de la période normale des tourbillons. Au début, sa valeur est supérieure à la valeur de la période initiale Θ_0 de l'obstacle. Pour une vitesse V_3, l'amplitude des oscillations passe par un maximum et la période du système reprend alors la valeur Θ_0. Jusqu'à une vitesse V_4 la période de l'ensemble tige-tourbillon décroît régulièrement.

Zone IV. — La période des tourbillons devient à son tour mal définie. Il est impossible de stroboscoper le fil. La période des oscillations du cylindre décroît toujours.

Zone V. — A partir d'une vitesse V_5 le cylindre et les tourbillons alternés ont une période différente comme au début de la vibration. La période des tourbillons est plus courte que celle du cylindre et égale à sa valeur normale. La période de la tige diminue toujours et l'amplitude s'annule enfin pour une vitesse V_6. Lorsque cette vitesse est sur le point d'être atteinte, la période de la tige est voisine de sa période propre dans l'air.

Si l'on caractérise les tiges cylindriques étudiées (de longueur voisine de 295^{mm}), par le rapport $\frac{D}{\Theta_0}$ de leur diamètre à la période initiale des oscillations, on constate que la courbe $V_0 = f\left(\frac{D}{\Theta_0}\right)$ est une droite passant par l'origine, droite d'équation

$$V_0 = 3{,}625\,\frac{D}{\Theta_0}.$$

Si T_0 désigne la période des tourbillons correspondant à la vitesse V_0, et dans le cas envisagé où le paramètre de Strouhal reste constant et égal à 0,200, on a entre T_0 et Θ_0 la relation

$$T_0 = 1{,}38\,\Theta_0.$$

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur les soudures en acier doux déposées à l'arc électrique.* Note de MM. **D. Rosenthal** et **M. Mathieu**, présentée par M. G. Urbain.

Les essais mécaniques et en particulier les essais de résilience sur barreaux entaillés, montrent que la fragilité des soudures en acier doux déposées à l'arc électrique dépend en grande partie de la façon dont le métal en fusion est protégé contre l'oxydation atmosphérique. Nos essais préliminaires ont porté sur des échantillons de soudure déposée : 1° sans aucune

protection extérieure contre l'oxydation, c'est-à-dire au moyen d'une électrode en simple fil nu d'acier doux et 2° avec une forte protection extérieure contre l'oxydation, c'est-à-dire au moyen d'une électrode courante de bonne qualité en fil d'acier doux enrobé ([1]).

Les résultats d'essais de résilience sur des éprouvettes Charpy constituées avec ces deux espèces de soudure sont consignées dans le tableau suivant :

Électrode.	N° de l'échantillon.	Section à fond d'entaille en cm².	Kgm./cm².	Remarques.
Simple fil nu d'acier doux.	113-B 1	0,485	0,82	cassures cristallines.
	113-B 2	0,49	0,81 (5)	
	113-B 3	0,5	1,0	
	113-B 4	0,47	0,96	
Électrode courante de bonne qualité enrobée.	T 2-1	0,51	7,60	cassures fibreuses légèrement cristallines au centre.
	T 2-2	0,47	7,55	
	T 2-3	0,5	6,80	cassures fibreuses cristallines au centre.
	T 2-4	0,48	5,85	

On voit d'après ce tableau les différences très grandes qui apparaissent dans la résilience des soudures protégées et non protégées. Il faut chercher maintenant à relier ces différences constatées dans une propriété mécanique avec une différence de structure interne.

L'examen métallographique montre que le grain de la soudure protégée présente des formes plus régulières que celui de la soudure non protégée; mais il ne donne pas d'indications précises sur le rôle de la projection ([2]).

Nous avons alors recouru à l'examen métallographique au moyen des rayons X. Nous avons fait tomber sur les parties de soudure examinées un pinceau cylindrique de rayons X. Le rayonnement était composé de la radiation K du molybdène de l'anticathode et du fond continu qui accompagne cette radiation.

On a ainsi un diagramme de Debye et Sherrer du fer d'après lequel on peut juger des orientations et un diagramme « d'astérisme » suivant

([1]) Pour une définition plus précise voir : H. DUSTIN, *Assemblages de charpentes. Soudure et rivure.* Mémoire présenté à la Ire Section du Congrès des constructions métalliques. Liége, du 31 août au 4 septembre 1930.

([2]) W. SCHUSTER, *The fusion Welding of unfired pressure vessels* (*The Institution of welding Engineers.* Lecture delivered before the members, 12th December 1929, published by the Institution).

l'expression de Clark qui est relation avec les tensions internes (¹). Les soudures non protégées et protégées se révèlent différentes également à cet examen. Les premières donnent des diagrammes dont les raies accusent parfois de faibles orientations et dont l'astérisme est toujours très prononcé. Les secondes ne présentent aucune orientation et la partie du spectre donnée par le fond continu n'est que très faiblement striée en astérisme.

En conclusion les diagrammes X rendent manifeste l'existence de tensions dans le cas des soudures non protégées.

BIRÉFRINGENCE MAGNÉTIQUE. — *Biréfringence magnétique du phénol, du naphtalène et du phénanthrène rendus liquides par fusion.* Note de M. **Constantin Salceanu**, transmise par M. A. Cotton.

J'ai poursuivi à Bellevue, avec le grand électro-aimant de l'Académie des Sciences, des recherches sur la biréfringence magnétique des corps fondus en utilisant l'appareil que j'ai décrit dans une Note antérieure (²). Je voudrais indiquer ici les valeurs de la biréfringence magnétique d'un dérivé du benzène, le phénol; puis les résultats obtenus pour le naphtalène et pour le phénanthrène, pour lesquels j'ai mesuré de même la biréfringence à diverses températures : ces deux corps sont intéressants parce qu'il s'agit de carbures dont la molécule renferme plusieurs noyaux benzéniques juxtaposés.

L'égalisation de la température dans le liquide renfermant la cuve après fusion était constatée par l'observation de la petite image du tube donnée à travers l'analyseur par une lentille précédant ce dernier et par le viseur servant à observer les plages. Cette image, qui joue le rôle d'anneau oculaire et que l'on peut observer commodément avec une loupe amovible, est tout à fait circulaire et uniformément éclairée lorsque l'équilibre de température est atteint.

Les résultats rapportés ici sont les valeurs β des biréfringences mesurées avec la radiation jaune du mercure, les rapports b de ces nombres à la biréfringence du nitrobenzène observée dans la même cuve, ramenée toujours à la température $t = 20°$, les valeurs de la constante de Cotton-Mouton (en admettant pour le nitrobenzène à 20° la valeur $C_m = 2,46 \times 10^{-12}$ pour la

(¹) Clark, *Applied X-rays*. Mc Graw Hill Book Cº Éditeurs, New-York, 1927. — J.-J. Trillat, *Les applications des rayons X* (*Publications de la Société française de Physique*, Conférences-Rapports, 1930). — Mme M. Mathieu et M. Mathieu, *La métallographie par les rayons X* (*Le Génie civil*, 96, 1930, p. 1).

(²) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 737.

raie jaune du mercure) et enfin les quotients $\frac{C_m}{d}$ de cette constante par la densité à la température de l'expérience.

Les azimuts lus sur l'analyseur dont les moyennes ont servi à calculer les valeurs de β n'ont jamais différé de plus de 4 centièmes de degré. Pour chaque corps on a fait en outre, à une température donnée, une mesure des valeurs β_v et β_j des biréfringences pour les deux raies verte et jaune du mercure.

I. — *Phénol* (phénol en neige de Poulenc).

Valeurs de				
t.	β_j.	b.	C_m.	$\frac{C_m}{d}$.
47°,0	+1°,12	+0,235	$0,578 \times 10^{-12}$	$0,552 \times 10^{-12}$
64,5	1,05	0,221	0,544 »	0,526 »
87	0,96	0,202	0,497 »	0,490 »
97,5	0,87	0,183	0,450 »	0,448 »
118	0,80	0,168	0,413 »	0,420 »

A la température de 49° on a trouvé

$$\beta_v = 1°,15, \quad \beta_j = 1°,10, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\beta_v}{\beta_j} = 1,045.$$

II. — *Naphtalène* (naphtalène bisublimé de Schuckardt).

Valeurs de				
t.	β_j.	b.	C_m.	$\frac{C_m}{d}$.
88°,5	+3°,83	+0,783	$1,926 \times 10^{-12}$	$1,993 \times 10^{-12}$
100	3,52	0,719	1,769 »	1,844 »
104,2	3,46	0,708	1,742 »	1,825 »
114	3,41	0,697	1,715 »	1,805 »
137,5	3,18	0,650	1,599 «	1,711 »
169	3,05	0,623	1,523 »	1,675 »

A la température de 106° on a trouvé en outre

$$\beta_v = 3°,81, \quad \beta_j = 3°,45, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\beta_v}{\beta_j} = 1,10.$$

III. — *Phénanthrène* (produit Schuckardt).

Valeurs de				
t.	β_j.	b.	C_m.	$\frac{C_m}{d}$.
102°,0	+7°,92	+1,669	$4,106 \times 10^{-12}$	$3,884 \times 10^{-12}$
115	7,51	1,581	3,890 »	3,695 »
129,5	7,09	1,492	3,671 »	3,516 »

A la température de 104° on a trouvé

$$\beta_v = 8^\circ,44, \qquad \beta_j = 7^\circ,85, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\beta_v}{\beta_j} = 1,075.$$

Les résultats relatifs aux deux carbures d'hydrogène étudiés mettent en évidence une grande augmentation de la biréfringence magnétique lorsqu'on passe du benzène au naphtalène et au phénanthrène, qui ont deux et trois noyaux benzèniques dans leur molécule.

Les corps dont il vient d'être question ne paraissent subir aucune modification lors de la chauffe (1) : les points obtenus lors de la mesure de dispersion se placent bien sur les courbes obtenues au préalable, représentant la variation thermique de la biréfringence. Ces courbes varient d'un corps à l'autre : les points relatifs au phénanthrène et au phénol dans l'intervalle de température où les observations ont été faites sont sensiblement en ligne droite tandis que les points représentant les valeurs de β_j pour le naphtalène à diverses températures se disposent nettement sur une courbe tournant sa convexité vers l'axe de t.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un borate d'argent*. Note (2) de M. **A.-P. Rollet**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Un monoborate d'argent ayant la composition $B^2O^3.Ag^2O.H^2O$ a été signalé par Rose (3). Il se forme quand on ajoute à une solution concentrée et froide de monoborate alcalin une solution de nitrate d'argent. Le précipité obtenu, stable dans les eaux mères, perd rapidement de l'acide borique par lavage à l'eau. Avec une solution de borax, le précipité blanc a une teneur en acide borique un peu plus forte que celle voulue par la formule indiquée par Rose.

J'ai étudié le précipité blanc qui se forme, à froid, par action du nitrate d'argent sur une solution concentrée contenant un mélange d'acide borique et de borate de sodium dans des proportions variables. Le précipité, obtenu

(1) On observe avec d'autres substances un tel changement lorsqu'on les soumet à des chauffes et des refroidissements alternés (alcool cinnamique, diphénylpropène); ce changement (polymérisation sans doute) peut augmenter, par exemple, du quart de sa valeur la biréfringence mesurée au début.

(2) Séance du 11 août 1930.

(3) Rose, *Ann. Ph. Chem. Pogg.*, 19, 1830, p. 148.

avec une forte agitation mécanique, était filtré à la trompe à eau, lavé à trois ou quatre reprises par de petites quantités d'eau glacée, puis séché dans le vide sur l'acide sulfurique. Ces manipulations étaient faites en se plaçant autant que possible à l'abri de la lumière.

Dans le tableau suivant j'ai indiqué en regard de la composition moléculaire du mélange : acide borique-soude, traité par le nitrate d'argent, la composition moléculaire du précipité recueilli.

Solution traitée.	Précipité obtenu.
2 $B^2O^3 - Na^2O$	1,36 $B^2O^3.Ag^2O$
2,9 $B^2O^3 - Na^2O$	1,54 $B^2O^3.Ag^2O$
3,3 $B^2O^3 - Na^2O$	1,60 $B^2O^3.Ag^2O$
4,65 $B^2O^3 - Na^2O$	1,78 $B^2O^3.Ag^2O$
5 $B^2O^3 - Na^2O$	1,86 $B^2O^3.Ag^2O$
6,7 $B^2O^3 - Na^2O$	1,89 $B^2O^3.Ag^2O$
10,2 $B^2O^3 - Na^2O$	1,95 $B^2O^3.Ag^2O$
13,2 $B^2O^3 - Na^2O$	2,07 $B^2O^3.Ag^2O$
17,1 $B^2O^3 - Na^2O$	1,92 $B^2O^3.Ag^2O$

Pour éviter autant que possible l'hydrolyse du précipité, ce dernier dans quelques essais n'a pas été lavé, mais filtré sur le vide et bien tassé de façon à éliminer le plus d'eaux mères. L'analyse a donné une composition analogue à celles indiquées dans le Tableau.

On voit nettement que le borate d'argent se rapproche d'une composition voisine de $2B^2O^3.Ag^2O$, quand la proportion d'acide borique dans la solution initiale dépasse $5B^2O^3$ contre $1.Na^2O$.

Le diborate d'argent mis ainsi en évidence est très légèrement soluble dans l'eau; sa solubilité croît en présence d'acide borique. La figure indique les compositions (rapportées à 100^g de solution) des solutions saturées à la température de 19°. La ligne AB correspond aux solutions saturées en acide borique. Le point B représente la solution saturée en acide borique et en diborate d'argent. La composition centésimale de cette solution est de 3,51 B^2O^3, 0,91 Ag^2O, 95,58 H^2O. La courbe BC correspond aux solutions saturées en borate d'argent.

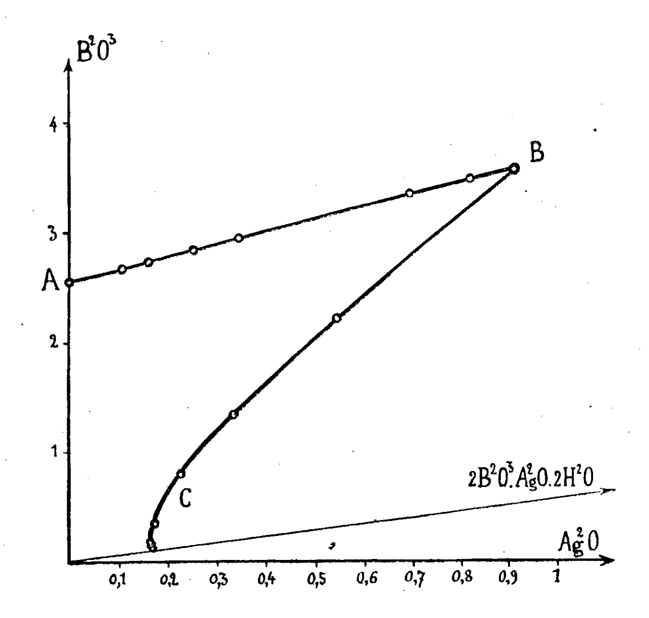
L'étude de la déshydratation a été faite par M. Winterer au moyen de l'appareil de MM. Hackspill et Stempel (1).

---

(1) Chauffage en vase clos et vide, et enregistrement photographique de la pression en fonction de la température (*C. R. du VIIIe Congrès de Chimie industrielle*, 1928, p. 151).

Un faible départ d'eau a lieu dès la température ordinaire et correspond à un peu d'humidité du produit. Vers 105° l'eau fixée à la molécule s'en va et la pression croît selon une courbe régulière jusqu'à 240°. A cette température la déshydratation est complètement terminée.

En refroidissant dans la neige carbonique, la pression retombe à sa valeur



initiale, qui était de l'ordre de 10^{-3} cm de mercure. Ce fait montre bien que le corps dégagé est de l'eau. La quantité d'eau qui part dès 105° a été calculée en molécules; dans les trois expériences réalisées, M. Winterer a obtenu 2,13, 2,03 et 2,04.

La formule du diborate d'argent peut donc être fixée ainsi

$$2B^2O^3.Ag^2O.2H^2O.$$

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage volumétrique de l'acétone.* Note [1] de M. **André Meyer** et Mlle **Suzanne Mathey**, présentée par M. A. Desgrez.

Le dosage volumétrique de l'acétone a fait l'objet de nombreuses publications, qu'il s'agisse de ce composé à l'état pur, de sa détermination dans

---

[1] Séance du 15 septembre 1930.

l'urine ou dans les produits industriels, les méthylènes, les méthanols et autres dérivés de la distillation du bois.

On peut ramener à deux types principaux les méthodes utilisées : 1° celles où, l'acétone étant transformée en iodoforme par action de l'iode en milieu alcalin, on mesure l'iode consommé; 2° celles où, l'acétone étant précipitée à l'état de combinaison mercurique insoluble, on dose le mercure, soit dans le précipité, soit dans le filtrat.

Parmi les procédes appartenant au second groupe, diverses techniques ont été indiquées. Par exemple, Denigès (*J. Pharm. et Chim.*, 6e série, 9, 1899, p. 7), Van Slyke (*J. of biol. Chem.*, 32, 1917, p. 445 et 495) et Ionesco Matiu [6e série, *Congrès de Chimie industrielle* (*Chim. et Ind.*, n° 5 *bis*, 1927, p. 174)] emploient le sulfate mercurique en solution acide, Fleury et Awad (*J. de Pharm. et Chim.*, 8e série, 3, 1926, p. 406 et 449), le réactif de Nessler, préconisé par Bougault et Gros (*ibid.*, 7e série, 26, p. 6 et 170).

Pour le dosage du mercure, soit dans le précipité, soit dans la liqueur mère, Denigès recommande sa *méthode de cyano-argentimétrique* (*Bull. Soc. Chim.*, 3e série, 15, 1896, p. 862; *Précis de Chimie analytique*, 6e édition, 1, 1930, p. 832), Ionesco-Matiu (*loc. cit.*), celle de Votocek et Kasparek (*Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 23, 1923, p. 110) (titrage de l'ion Hg^{++} par l'ion Cl^{-}, en présence de nitro-prussiate de sodium), Fleury et Awad (*loc. cit.*) préfèrent libérer l'acétone du complexe mercurique et la titrer par l'iode.

Dans une Note relative à l'*estimation du thiophène dans les benzènes industriels*, l'un de nous (André Meyer, *Comptes rendus*, 169, 1919, p. 1402) a montré qu'on peut obtenir des résultats suffisamment approchés pour les besoins de la pratique, en précipitant le thiophène par le sulfate acide de mercure, suivant Denigès, et titrant, après filtration, l'excès de mercure par le sulfocyanure de potassium ou d'ammonium, avec l'alun ferrique ammoniacal comme indicateur (méthode de dosage du mercure, suivant Volhard, *Annalen*, 190, 1878, p. 57).

Nous avons appliqué ce procédé au dosage volumétrique de l'acétone. La présente Note a pour objet d'indiquer brièvement les résultats de cette étude, faite comparativement avec plusieurs des méthodes précitées.

Mode opératoire. — On précipite l'acétone suivant la technique de Denigès. Le réactif est préparé en dissolvant 50g d'oxyde de mercure pur dans 200cm³ de SO^4H^2 concentré pur, dilué avec 1 litre d'eau. Pour le dosage, on introduit, dans un flacon, 25cm³ de réactif avec 25cm³ de solution acétonique; on bouche, ficelle le bouchon et chauffe

au bain-marie bouillant pendant 10 minutes. Il se forme un précipité. Après refroidissement, on filtre, lave à l'eau distillée et complète le filtrat à volume connu, 100^{cm^3} par exemple. On prélève le dixième de ce volume, soit 10^{cm^3} dans l'exemple actuel; on dilue avec 20^{cm^3} d'eau et l'on ajoute 1^{cm^3} de solution saturée à froid d'alun de fer ammoniacal, puis 5 gouttes d'acide nitrique exempt de gaz nitreux.

On verse alors, jusqu'à légère coloration rose persistante, du sulfocyanure N/10. Soit n', le nombre de centimètres cubes. On détermine, d'autre part, le nombre n de centimètres cubes de sulfocyanure nécessaires pour titrer, dans les mêmes conditions, 10^{cm^3} d'une solution obtenue en diluant à 100^{cm^3} une prise d'essai de 25^{cm^3} du réactif de Denigès.

La différence $(n - n')$ correspond donc au mercure précipité par l'acétone, soit, pour 1 litre de liqueur acétonique,

$$0^g,01 \times (n - n') \times 10 \times 40,$$

d'après l'équation

$$SO^4Hg + 2CNSK \rightarrow SO^4K^2 + (CNS)^2Hg.$$

Suivant Denigès, le précipité acétono-mercurique ayant la composition

$$(2SO^4Hg, 3HgO^3), 4C^3H^6O,$$

d'après laquelle 3000 de Hg correspondent à 232 d'acétone, la teneur en acétone, exprimée en grammes par litre, sera, dans cette hypothèse,

$$T = \frac{232}{3000} \times 0,01(n - n') \times 10 \times 40, \quad \text{soit} \quad 0,3093(n - n').$$

Suivant Van Slyke, le complexe mercurique possède la formule,

$$3SO^4Hg, 5HgO, 2C^3H^6O,$$

ce qui conduit à l'expression $T = 0,29(n - n')$.

Nous avons étudié la méthode au sulfocyanure dans le cas des solutions aqueuses et méthylalcooliques d'acétone pure, puis nous l'avons appliquée à l'analyse d'acétones industrielles, de méthanols, de méthylènes et enfin d'urines acétoniques. Pour chaque échantillon, nous avons effectué des titrages par plusieurs méthodes, afin d'obtenir des termes de comparaison. Les détails expérimentaux seront publiés dans un autre Recueil.

Les résultats les plus concordants ont été obtenus lorsque les solutions acétoniques renferment environ 2^g par litre. En liqueurs méthylalcooliques pures, les teneurs trouvées se rapprochent aussi très près des nombres théoriques. L'emploi du facteur correspondant à la formule de Van Slyke, soit 0,29, donne, en général, des concordances satisfaisantes; mais, dans nos conditions de travail, le coefficient 0,28 semble s'adapter davantage à la moyenne de nos résultats.

Par rapport à la méthode cyano-argentimétrique de Denigès, notre procédé offre l'avantage d'employer une seule liqueur titrée, très stable, au lieu de deux, dont l'une (cyanure) est facilement altérable. Elle est d'une précision meilleure, notamment dans le cas des milieux alcooliques.

D'autre part, la méthode mercurimétrique de Ionesco-Matiu, qui utilise le nitroprussiate de sodium comme indicateur, ne paraît donner de bons résultats qu'avec des précautions spéciales et, en particulier, avec un réactif indicateur fraîchement préparé. Le mode opératoire est sensiblement plus long et les nombres publiés n'impliquent pas une précision plus satisfaisante que les nôtres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de synthèse de l'alcool phénylpropargylique et de ses homologues substitués sur le noyau.* Note [1] de M. **L. Bert.**

L'alcool phénylpropargylique a été obtenu pour la première fois par Moureu et Desmots en condensant le phénylacétylène avec l'aldéhyde formique [2]. Cette méthode de préparation est restée la seule connue jusqu'à présent. Elle est longue, pénible, coûteuse et de rendement peu élevé, ce qui explique que le chapitre des alcools acétyléniques primaires aromatiques soit encore à écrire.

Alors que l'acide phénylpropiolique a fait l'objet de nombreux Mémoires, à cause de sa facile obtention par l'action de la potasse alcoolique sur le cinnamate d'éthyle dibromé, il est curieux que l'on n'ait pas cherché à voir si le même traitement appliqué, soit à l'alcool cinnamique dibromé, soit à ses éthers-sels dihalogénés, ne donnerait point d'alcool phénylpropargylique, d'autant mieux que l'on savait ce produit stable envers les alcalis, même bouillants [3].

L'édification de la série de l'alcool cinnamique que nous venions de réussir à partir des carbures benzéniques et de la glycérine [4] nous a incité à tenter, par cette voie, celle de la série phénylpropiolique.

(1) Séance du 15 septembre 1930.

(2) Ch. Moureu et H. Desmots, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 27, 1902, p. 360.

(3) Ch. Moureu et H. Desmots, *loc. cit.*

(4) L. Bert et P.-Ch. Dorier, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 332 et 378.

Rappelons que la condensation des combinaisons organomagnésiennes mixtes RMgX, à radical R cyclique, avec le dichloro-1.3-propène, nous a fourni des ω-chlorallylbenzènes $R.CH^2.CH = CHCl$ (1) qui se transforment par l'action : 1° de KOH et d'un alcool R'OH quelconque; 2° de HCl; 3° de $CH^3.CO^2Na$; 4° de KOH; respectivement en oxydes de cinnamyle et d'alcoyle $R.CH = CH.CH^2.O.R'$, chlorures de styryle $R.CH = CH.CH^2Cl$, acétates de cinnamyle $R.CH = CH.CH^2CO^2CH^3$, alcools cinnamiques $R.CH = CH.CH^2OH$.

Nous pensions parvenir comme suit aux alcools phénylpropargyliques, à partir de nos éthers oxydes de cinnamyle et d'alcoyle synthétiques :

$$R.CH = CH.CH^2.O.R' \xrightarrow{Br} R.CHBr.CHBr.CH^2.O.R' \xrightarrow{KOH} R.C \equiv C.CH^2.O.R'$$
$$\xrightarrow{HCl} R.C \equiv C.CH^2.Cl \xrightarrow{CH^3CO^2Na} R.C \equiv C.CH^2.CO^2.CH^3 \xrightarrow{KOH} R.C \equiv C.CH^2OH.$$

La stabilité extraordinaire de l'atome de brome voisin du groupe $CH^2.O.R'$ a déjoué nos prévisions; il nous a fallu, pour atteindre le but, pousser jusqu'aux acétates de cinnamyle dibromés, et les traiter par une quantité de potasse alcoolique suffisante pour en éliminer d'un coup les 2HBr et le radical acétyle. Cette préparation s'apparente donc étroitement, en définitive, à celle de l'acide phénylpropiolique susmentionnée.

L'ensemble des opérations se formule ainsi pour l'alcool phénylpropargylique (2) :

$$C^6H^6 \xrightarrow[87]{Br} C^6H^5Br \xrightarrow[94]{Mg+(C^2H^5)^2O} C^6H^5MgBr \xrightarrow[100]{CH^2Cl.CH=CHCl} C^6H^5.CH^2.CH = CHCl$$
$$\xrightarrow[84]{KOH+C^4H^9OHn} C^6H^5.CH = CH.CH^2.O.C^4H^9n \xrightarrow[83]{HCl} C^6H^5.CH = CH.CH^2Cl$$
$$\xrightarrow[60]{CH^3CO^2Na} C^6H^5.CH = CH.CH^2CO^2CH^3 \xrightarrow[100]{Br} C^6H^5.CHBr.CHBr.CH^2CO^2CH^3$$
$$\xrightarrow[66]{KOH} C^6H^5.C \equiv C.CH^2OH.$$

On peut, pour faire bref, s'adresser à l'acétate de cinnamyle commercial, d'emploi courant en parfumerie. Nous considérons de ce fait, l'alcool phénylpropargylique comme facilement accessible désormais (3).

---

(1) L. Bert, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1504.

(2) Les chiffres placés au-dessous des flèches indiquent les rendements pour cent des opérations successives.

(3) L'alcool cinnamique dibromé, soumis au même traitement, donne, avec un rendement bien moindre, un produit moins pur.

Nous ferons connaître dans un autre Recueil les données relatives aux homologues de l'alcool phénylpropiolique substitués sur le noyau, obtenues avec la collaboration de nos élèves.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'été 1930 et les variations solaires.* Note de M. **H. Mémery**.

L'état atmosphérique de l'été 1930, très différent de celui des étés de 1929 et de 1928, ramène l'attention sur les causes probables des variations importantes de la température et de la pluie, à la même époque, d'une année à l'autre.

Si la cause immédiate de ces variations réside dans le déplacement des centres de hautes et de basses pressions, on ignore la cause générale qui modifie la direction et l'intensité des aires cycloniques et anticycloniques. Les recherches, limitées jusqu'ici exclusivement à notre globe, n'ont pu fournir aucune indication sur les phénomènes principaux qui règlent les mouvements des grands centres d'action de l'atmosphère, ce qui ne permet pas d'espérer un progrès sensible dans la solution du problème de la prévision du temps, même à courte échéance, tant que le champ des recherches ne sera pas élargi.

Des observations nombreuses ont déjà montré qu'il existe des concordances curieuses entre l'aspect changeant de la surface du Soleil, d'une part, et, d'autre part, les changements du temps sur les contrées de l'ouest de l'Europe. Les variations des taches du Soleil, par exemple, qui ne représentent seulement qu'une partie de l'activité solaire (mais qui paraissent résumer assez bien cette activité), sont suffisantes pour expliquer les différences parfois considérables dans les températures d'une année à l'autre, à la même saison.

Le temps frais et humide du printemps et de l'été 1930 a coïncidé avec une diminution générale des taches solaires, survenue après la recrudescence importante de l'hiver dernier, comme l'indiquent les chiffres suivants :

1929-1930.	Taches solaires. Nombre.	Fréquence.
Hiver.		
Décembre	30	278
Janvier	35	208
Février	17	121
	82	607
Printemps.		
Mars	15	110
Avril	23	106
Mai	16	103
	54	319
Été.		
Juin	12	78
Juillet	15	75
Août	15	77
	42	230

On constate que la diminution des taches solaires, d'une saison à l'autre, est des plus sensibles, et a été suivie d'une diminution dans la température générale, au cours du printemps et de l'été de 1930.

D'autre part, on observe, dans les variations de la température sur nos contrées, une concordance analogue à celle qui se manifeste dans l'action à peu près immédiate des principales taches solaires, sur les phénomènes électriques ou magnétiques terrestres.

En effet, pendant les mois de juillet et d'août 1930, le nombre journalier des taches solaires a été assez faible : une, deux ou trois taches de petites dimensions. Or, ce nombre s'est accru sensiblement les 24 et 25 août, avec l'apparition ou la formation, au bord Est solaire, de plusieurs groupes qui ont augmenté en étendue les jours suivants; le nombre des groupes de taches s'est maintenu à 4 et 5, chaque jour, à partir du 24 août, et a atteint 6 et 7 groupes les premiers jours de septembre. La température, très élevée du 25 août au 5 septembre, a diminué ensuite, en même temps qu'apparaissaient de nouveau les dépressions sur l'ouest de l'Europe, lors de la diminution du nombre et de l'étendue des taches solaires, du 6 au 10 septembre.

Ces diverses coïncidences montrent l'importance que présente, pour la

Météorologie, l'observation des phénomènes du Soleil, dont les modifications permettent d'expliquer, d'une part, les variations anormales de la température en toutes saisons, et, d'autre part, les mouvements des centres de hautes et de basses pressions qui conditionnent les changements du temps sur les régions où ils s'étendent.

En outre, l'action directe des phénomènes solaires sur nos températures s'observe simultanément dans un grand nombre de cas, les recrudescences de taches étant suivies de températures en hausse et, inversement, les diminutions de taches étant suivies d'une diminution de la température et de l'apparition de dépressions sur l'ouest de l'Europe.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Formation du pigment chez* Bacterium prodigiosum. Note de M. **W. Moycho**, présentée par M. Molliard.

Parmi les nombreux pigments qui existent chez les bactéries la prodigiosine du *Bacterium prodigiosum* est relativement le mieux étudié au point de vue chimique. D'après Wresle et Hettche (1929) sa formule serait $C^{20}H^{25}N^{3}O$. Son rôle physiologique, aussi bien que son mode de formation, sont inconnus.

Dans le milieu de culture le pigment n'apparaît pas immédiatement, mais seulement au bout de 2 à 5 jours. La prodigiosine ne paraît donc pas être un produit normal de la bactérie vivante.

Dans le présent travail j'ai essayé de fixer la relation entre le moment de l'apparition de la prodigiosine et le degré de développement du *Bacterium prodigiosum*.

Le milieu nutritif utilisé était constitué par de l'eau peptonée à 1 pour 100 avec addition de 0,5 pour 100 de NaCl.

Les concentrations appropriées en $H^{\cdot}$ furent obtenues par l'addition de HCl N/1 ou NaOH N/1. La détermination de la concentration en $H^{\cdot}$ a été faite par la méthode électrométrique avec une électrode à quinhydrone; dans les cas douteux les résultats furent vérifiés par la méthode colorimétrique.

Les cultures de chaque série furent inoculées de la même façon, en même temps et maintenues à la température de 23° à 24° C.

Le degré du développement fut mesuré par le nombre des cellules vivantes contenues dans $0^{cm^3},1$ du milieu de culture. Dans ce but une quantité bien

définie de la culture, convenablement diluée, fut mélangée avec la gélatine; le tout fut ensuite versé dans une boîte de Petri. Au bout de 48 heures on évaluait le nombre de colonies apparues. Les chiffres obtenus expriment en millions le nombre des cellules vivantes.

La quantité de prodigiosine, qui se manifeste au début sous forme de granules roses à la surface du milieu de culture, est marquée par +; la quantité du pigment qui arrive à colorer en rose la surface du même liquide, par ++; enfin les quantités du pigment qui déterminent la coloration rouge des couches plus profondes, par +++.

Voici quelques résultats :

	Observations au bout de :						
	1.	2.	3.	4.	6.	10.	14 jours.
			pH *initial* = 5,05.				
pH *ultérieur*	5,65	6,52	6,98	7,32	7,97	8,45	8,48
Développement	12,0	28,5	31,2	12,6	8,0	4,8	11,0
Pigment	—	?	+	++	+++	+++	+++
			pH *initial* = 7,03.				
pH *ultérieur*	7,17	7,25	7,40	7,50	7,97	8,43	8,45
Développement	14,8	40,2	44,5	31,2	8,5	6,8	10,3
Pigment	—	—	+	++	+++	+++	+++
			pH *initial* = 8,52.				
pH *ultérieur*	8,10	7,98	7,95	8,08	8,18	8,48	8,46
Développement	8,5	29,0	37,6	38,0	17,5	7,5	19,0
Pigment	—	—	—	?	+	++	++

Il faut noter que le pigment est de couleur rouge dans les milieux de culture au pH initial de 4,0 à environ 8,0, tandis qu'il est de couleur jaunâtre dans les milieux au pH initial de 8,0 à 9,0. Mais, quelle que soit sa couleur, le pigment apparaît toujours à la période du plus fort développement de la culture de *Bact. prodigiosum* et sous ce rapport le pH initial n'a pas d'influence.

La prodigiosine ne paraît pas être un produit de l'échange de la matière de cellule vivante; elle se forme à la mort de la bactérie. En effet, tant que les bactéries se multiplient abondamment (les 2-3 premiers jours), le pigment n'est pas perceptible; au fur et à mesure que la culture atteint son développement maximum, la multiplication des bactéries diminue, tandis que la quantité des cellules disparaissant devient de plus en plus

appréciable, pour devenir dans la suite même prédominante. Comme il résulte de très nombreuses expériences, la disparition des bactéries est régulièrement accompagnée de la formation visible de la prodigiosine.

La prodigiosine nécessite pour sa formation, outre la mort et l'autolyse de la cellule, la présence de l'oxygène. Cela résulte de l'expérience suivante : de deux cultures au même état du développement, l'une est laissée dans les conditions ordinaires de l'expérimentation, l'autre est placée dans une atmosphère privée d'oxygène (pyrogallol + KOH); au bout de 5 jours, on a les résultats suivants :

pH *initial* = 4,4 (*atmosphère ordinaire*).

Observation au bout de :	pH.	Développement.	Pigment.	pH.	Développement.	Pigment.
2 jours.....	68,7	20,0	—	6,8	19,0	—
	Atmosphère ordinaire.			*Atmosphère sans* O^2.		
4 jours.....	—	30,0	—	—	—	—
7 jours.....	7,75	10,2	+++	6,88	9,8	—

pH *initial* = 6,9 (*atmosphère ordinaire*).

Observation au bout de :	pH.	Développement.	Pigment.	pH.	Développement.	Pigment.
2 jours.....	7,64	39,0	—	7,72	40,0	—
	Atmosphère ordinaire.			*Atmosphère sans* O^2.		
4 jours.....	—	41,5	+	—	—	—
7 jours.....	8,10	11,5	+++	7,7	1,7	—

Ainsi, malgré la disparition massive des bactéries dans l'atmosphère sans oxygène, la prodigiosine ne se forme pas.

Elle ne se forme pas non plus dans les cultures abondantes, mais jeunes, de *Bact. prodigiosum* tuées par le toluène, l'éther, le chloroforme et l'échauffement à 70°C. Cependant l'addition de l'eau oxygénée à des cultures tuées de cette façon favorise l'apparition de la prodigiosine.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la biologie des œstres du cheval.* Note de M. G. **Dinulescu**, présentée par M. E. L. Bouvier.

On est peu renseigné sur l'évolution des larves de *Gastrophilus*. A partir de leur inoculation dans la muqueuse de la bouche, toute leur vie à l'intérieur du tractus digestif des chevaux parasités est presque inconnue. Sur-

tout les deux premiers stades sont très difficiles à suivre. E. Roubaud donne quelques observations importantes sur la façon d'innoculation des larves primaires de *G. intestinalis* (1), et A. et D. Hobmeyer ajoutent des faits nouveaux sur celle de *G. pecorum* (2). Nous en avons donné aussi sur le *G. inermis* (3). Après des recherches expérimentales et des observations faites sur des chevaux parasités nous croyons avoir trouvé les étapes principales de l'évolution de larves des *Gastrophilus* et en même temps nous pouvons préciser quelques observations sur leur comportement à l'intérieur de différents hôtes : cobaye, chien et cheval. Nos observations se rapportent aux larves des espèces *G. intestinalis* De G. *G. hæmorrhoidalis* L. et *G. inermis* Br.

I. Les larves primaires de *G. intestinalis* et *G. hæmorrhoidalis* L., après l'éclosion, s'inoculent de préférence dans la muqueuse de la langue des animaux parasités, tandis que celles du *G. inermis*, en remontant les commissures des lèvres, s'inoculent dans la muqueuse des parois latérales de la bouche. A ce stade les larves sont munies d'une armature céphalopharyngienne qui leur permet de creuser de vraies galeries à travers les couches sous-épithéliales de la muqueuse dans lesquelles elles cheminent jusqu'au fond de la bouche. Quelques dizaines de larves primaires introduites dans la bouche d'un cobaye arrivent à faire détacher toute la muqueuse de la langue. Dans ce stade, les larves augmentent de volume et on les voit 15 jours après l'inoculation prendre une couleur rouge produite par le sang ingéré. Après 22 jours, elles présentent sous leur tégument la peau du deuxième stade. Arrivées dans le pharynx, elles subissent la première mue.

II. Les larves au deuxième stade s'accrochent à la muqueuse du pharynx où elles se fixent au plancher, en particulier sous l'épiglotte. L'armature céphalopharyngienne, transformée après la première mue, leur permet maintenant de s'implanter profondément dans les tissus pour puiser le sang dont elles se nourrissent. Le séjour dans cet organe est temporaire. Les larves le quittent très peu de temps après pour aller se loger dans les organes digestifs spéciaux : estomac pour les larves du *G. intestinalis* et *G. hæmorrhoidalis* et rectum pour les larves de *G. inermis* et aussi *G. hæmorrhoidalis*. (Les larves de *G. nasalis* se logent toujours dans la

---

(1) E. Roubaud, *Comptes rendus*, 164, 1917, p. 453-455.
(2) A. et D. Hobmeyer, *Centralblatt f. Bakt. Orig.* Abt. C. 8, 1928, p. 163-169.
(3) G. Dinulescu, *Annales de Parasit.*, 7, 1929, p. 419-429.

région pylorique du duodénum, celles du *G. pecorum* dans l'estomac et quelquefois le rectum.) Les larves qui restent dans l'estomac (*G. intestinalis* et *G. hæmorrhoidalis*) se fixent aux parois de cet organe dans une région bien déterminée : chez le cheval, sur la muqueuse du compartiment cardiaque et très près de la ligne qui le sépare du compartiment pylorique; chez le chien, les larves se fixent vers l'orifice cardiaque. Il semble que les larves fuient la muqueuse glandulaire gastrique. Le passage au troisième stade demande environ une période de 45-60 jours, et la mue se fait sur place.

III. Les larves au troisième stade continuent à grossir fortement et présentent une armature céphalopharyngienne analogue à celle du stade précédent. Elles cherchent à se grouper par amas très serrés pour ne pas être entraînées par les aliments; si les larves sont peu nombreuses, elles sont obligées d'errer le long de la surface de l'estomac jusqu'à ce qu'elles arrivent à se fixer définitivement. Dans ce cas elles sont plus dangereuses pour le cheval à cause des nombreuses plaies qu'elles produisent. — Les larves de *G. intestinalis* et *G. inermis* ne quittent les organes parasités qu'à la fin de leur stade larvaire, elles marquent même, à l'intérieur de l'hôte, le début du stade nymphal. Les larves de *G. hæmorrhoidalis* quittent l'estomac et le rectum avant d'avoir terminé ce stade larvaire et elles se fixent de nouveau au pourtour de l'anus de l'animal où elles restent encore 4 à 5 jours. Elles quittent alors l'hôte pour aller s'enfouir en terre et passer à l'état nymphal.

Dans les trois stades larvaires, la métamorphose présente des changements importants dans l'armature céphalopharyngienne et dans l'appareil respiratoire, surtout sur les stigmates de ce dernier organe. L'armature céphalopharyngienne comprend au premier stade des lames à dents de scie qui servent à creuser les sillons, des pièces perforant les tissus et des pièces assurant la succion. — Dans les deuxième et troisième stades, les lames à dents de scie disparaissent et l'armature comprend de forts crochets servant à la fixation aux parois digestives de l'hôte, des pièces perforant des tissus et des pièces destinées à favoriser la succion. — Les stigmates respiratoires antérieurs, qui fonctionnent seulement pendant l'état nymphal, s'organisent à partir du deuxième stade. Les stigmates postérieurs, qui fonctionnent pendant toute la période larvaire, changent d'un stade à l'autre par l'augmentation des fentes respiratoires.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur le traitement de l'anaplasmose bovine expérimentale en Tunisie.* Note [1] de M. **Édouard Ducloux** et Mlle **Georgette Cordier**, présentée par M. A. Desgrez.

L'anaplasmose bovine expérimentale nous a permis de constater que les symptômes cliniques n'apparaissent que plusieurs jours après le parasitisme des hématies, indiquant déjà un état pathologique grave, ce qui rend délicate une intervention thérapeutique efficace. Ces constatations d'une part, d'un état parasitaire décelable seulement par l'examen microscopique, d'autre part d'une maladie grave reconnue cliniquement à la période critique (souvent prémortelle) nous ont conduit à envisager : 1° une action directe contre l'anaplasme; 2° une action indirecte en vue de rétablir les fonctions ralenties ou inhibées au cours de cette affection.

I. *Lutte contre les parasites : 1° Chimiothérapie.* — Parmi les nombreux essais, nous avons retenu l'emploi de la quinine associée soit à certains colorants (bleu de méthylène phéniqué, azéo de Tribondeau, etc.), soit à des eaux minérales (Choussy), soit à des solutions arsenicales (stovarsol, cacodylate de soude, acétylarsan, sulfarsénol, etc.) en injections intraveineuses. La quinine était employée sous forme de chlorhydrate basique en solution à 4 pour 100, à raison de 50^{cm^3} à 100^{cm^3}, suivant le poids des sujets. Le bleu de méthylène phéniqué (1^g de bleu et 4^{cg} d'acide phénique par 100^{kg} de poids vif, dissous dans 100^{cm^3} d'eau distillée tiède) et l'azéo de Tribondeau (10^{cm^3} de la solution alcoolique dans 100^{cm^3} d'eau distillée) étaient injectés dans la jugulaire 1 heure après la quinine.

Les arsenicaux étaient utilisés aux doses habituelles, dans les mêmes conditions que les colorants et une heure après ceux-ci. Ces injections étaient répétées plusieurs fois. Par ailleurs, nous avons tenté quelques essais de traitement avec les arsenicaux seuls. Chaque fois que nous avons appliqué à la période de début de la crise parasitaire, lors des premiers signes d'hyperthermie, le traitement quinine colorant et arsenic, nous avons noté une amélioration manifeste.

2° *Traitement biologique et chimiothérapique.* — L'utilisation de sérums d'ovins (normal et anticlaveleux), à titre d'adjuvant possible de certains colorants, a comporté des injections intraveineuses à des doses variant de

(1) Séance du 15 septembre 1930.

100 à 250$^{cm^3}$, suivies, à 1 heure de distance, d'une injection d'une solution d'azéo de Tribondeau ou de bleu de méthylène phéniqué aux doses précédemment indiquées. Dans ces conditions, ces sérums n'ont présenté aucun caractère de toxicité et de plus, nous avons enregistré une baisse thermique et parasitaire en même temps que des signes de régénération sanguine.

L'immuno-transfusion, après épreuve des groupes sanguins, à raison de 3^l de sang citraté de bovins prémunis depuis quatre mois contre l'anaplasmose, pratiquée en temps opportun, est susceptible de conduire à la guérison.

Les lavages de sang (1^l pour 100^{kg} environ) à l'aide de sérum physiologique isotonique et de sérum Normet peuvent aussi opérer une véritable cure.

II. *Adjuvants de la lutte contre le parasite.* — Les lésions organiques à l'action parasitaire : destructions globulaires, troubles hépatiques, diminution des sécrétions intestinales, etc. ont été combattues par divers produits à caractère de spécifité variable.

1° Substances cholagogues : huile d'olive, sulfate de magnésie, salicylates et corps renfermant le radical phénol.

2° Produits augmentant la résistance globulaire et la leucocytose : sérums normaux, sérum et sang homologues d'animaux neufs, lymphe claveleuse, chlorure de magnésium, etc.

3° Substance aidant l'hématopoïèse : broyage de foie, de moelle osseuse, de fœtus et de jeunes sujets de l'espèce bovine (broyage utilisé, suivant les cas, soit en suspension dans un liquide conservateur qui, filtré, a été injecté dans le torrent circulatoire, soit administré par voie buccale).

4° Substances toniques et modificatrices des grandes fonctions : strychnine, pilocarpine, etc. ; insuline, sérum glucose, etc.

De ces essais multiples, nous croyons pouvoir conclure que l'anaplasmose est curable à condition toutefois d'intervenir en temps opportun et de savoir combiner l'action parasiticide à une action physiologique visant le rétablissement des fonctions lésées par cet hématozoaire.

La séance est levée à $15^h 40^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'août 1930.

Applications de la gravifique einsteinienne, par Th. De Donder. In *Mémorial des sciences mathématiques*, fasc. XLIII. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1930; 1 fasc. $25^{cm},3$.

Les Minerais. Étude, préparation mécanique, marché, par Ch. Berthelot et J. Orcel. In *Encyclopédie minière et métallurgique*. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1930; 1 vol. $23^{cm},3$.

O Terremoto do 1° de novembro de 1755 em Portugal e um estudo demografico, par Fransçico Luis Pereira de Sousa. Volume III. Lisboa, Tipografia do Comercio, 1928; 1 vol. $32^{cm},5$. (Présenté par M. A. Lacroix.)

Mémorial de l'artillerie française. Tome IX, 2e fasc. de 1930. Paris, Imprimerie Nationale, 1930; 1 vol. $25^{cm},5$.

Œuvres scientifiques de Jules Janssen, recueillies et publiées par Henri Dehérain. Tome II. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1930; 1 vol. $25^{cm},7$.

Remarques sur les matériaux de projections des volcans et sur la Genèse des roches pyroclastiques qu'ils constituent, par A. Lacroix. Extrait du livre jubilaire publié à l'occasion du Centenaire de la Société géologique de France 1830-1930; 1 vol. $28^{cm},3$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 SEPTEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Bogdan**, professeur à l'Université de Jassy, qui assiste à la séance.

ENTOMOLOGIE. — *Un nouveau type de Saturnioïde cératocampien.* Note de M. **E.-L. Bouvier**.

On sait que les Papillons nocturnes de la famille des Cératocampidés sont exclusivement américains et qu'ils se divisent naturellement en deux groupes suivant que les tibias de leurs pattes antérieures sont armés d'épines ou complètement inermes; on sait également que les espèces du premier groupe sont petites et localisées aux États-Unis (*Anisota* Hübner) ou en Argentine (*Giacomellia* Bouv.), tandis que les autres, beaucoup plus nombreuses et d'ordinaire grandes ou très grandes, constituent un ensemble qui domine dans la région tropicale, quitte à pousser quelques-uns de ses représentants aux mêmes points extrêmes que les espèces précédentes.

Les types génériques réunis dans le second groupe présentent une importance plus grande que ceux du premier. On en reconnaît trois : les *Syssphinx* Hübn. (*Adelocephala* H. Sch.) qui se distinguent à leur front étroitement triangulaire et à leur taille ordinairement médiocre, les *Eacles* Hübn. (*Bathyphlebia* Feld.) et les *Citheronia* les uns et les autres remarquables par leur front élargi et par leurs grandes dimensions (*Royal Moths* des Américains). Le genre *Syssphinx* est de beaucoup le plus varié et le plus largement répandu; essentiellement tropical, il renferme pourtant quelques espèces du Nord, entre autres le curieux *S. rubicunda* Fabr. qui, par muta-

tion évolutive subie durant la nymphose, devient un *Syssphinx* typique sous la forme adulte, après avoir été, sous la forme de chenille, un *Anisota* normal.

Les espèces du genre *Syssphinx* sont pour le moins au nombre d'une centaine; en dehors de la forme et de la structure de leur front, elles se distinguent par tout un ensemble de traits : leurs palpes sont courts, d'ordinaire complètement cachés sous la tête ou visibles seulement à leur pointe; l'épiphyse tibiale de leurs pattes antérieures est garnie en dessous de longs poils, surtout près de son bord externe; enfin les branches ou claspers de leur pince sexuelle mâle sont fréquemment réduites à leur lobe moyen, leur lobe dorsal étant toujours apparent quand il existe, et le troisième, ou ventral, en saillie non préhensile, peu distincte ou divisée en languettes (*S. flavosignata* Walk., *S. plateada* Schaus).

Or, parmi les espèces communément réunies dans le genre *Syssphinx*, celles de la section *polybia* présentent des caractères tout autres, comme j'ai pu m'en convaincre en étudiant deux de leurs mâles très typiques. Ces mâles avaient été envoyés au Muséum sous le même nom de *polybia* Cramer, et l'un d'eux, en effet, ressemble au type figuré par Cramer, mais l'autre a une ornementation des ailes assez différente, ce qui ne l'empêche pas d'être un représentant fort normal de la section. Quoique d'espèces certainement distinctes, les deux exemplaires offrent en commun la même structure, et cette structure les éloigne de tous les autres Cératocampidés, surtout des *Syssphinx*. Les palpes sont longs, très apparents, un peu relevés et atteignent ou débordent un peu le front comme dans les *Citheronia* et la plupart des *Eacles*; — l'épiphyse tibiale des pattes antérieures est complètement dépourvue de longs poils sur sa face inférieure, qui est lisse ou plutôt finement veloutée comme dans les *Citheronia*, tout autre dès lors que celle des *Syssphinx*, autre aussi que celle des *Eacles* qui est longuement ciliée en dehors: — quant aux branches de la pince sexuelle du mâle, elles sont des plus caractéristiques, tenant par certains traits des *Eacles*, par d'autres des *Citheronia*, d'ailleurs sans relation proche avec les organes correspondants des *Syssphinx*. Comme dans les *Eacles*, en effet, le lobe dorsal des pinces a la forme d'une languette déplacée en dedans et cachée; d'autre part, comme dans les *Citheronia*, le lobe ventral est différencié en harpon (*harper*), mais plus isolé encore, plus prenant aussi, avec un singulier peigne basal aux dents aciculiformes et, à l'extrémité postérieure, un prolongement en griffe (analogue à celui qu'on observe dans le *Citheronia* aberrant *principalis* Walk.).

Il s'agit évidemment d'une forme générique particulière, très éloignée des *Syssphinx*, un peu moins des *Eacles* et surtout voisine des *Citheronia* dont elle se distingue d'ailleurs par le front beaucoup moins large et assez semblable à celui des *Syssphinx*, par le lobe dorsal et le peigne des branches de la pince sexuelle, par la taille moins grande, enfin, et du premier coup d'œil, par l'aspect et les ornements qui rappellent plutôt le genre *Syssphinx*; les rayures externes, notamment, sont de simples lignes comme chez ces derniers et non des séries de zones claires comme dans les *Citheronia*, les nervures ne tranchent pas sur le fond, et la tache discale des ailes antérieures quand elle existe (ce qui est rare) ne présente aucune trace des macules foncées multiples qu'elle renferme dans les *Citheronia*. Toutefois, on observe à la base même de ces ailes une tache blanche très constante qui n'est pas sans ressemblance avec la tache claire basale qu'on trouve presque à la même place chez les *Citheronia*. A ce nouveau type générique confondu jusqu'ici avec les *Syssphinx* je donnerai le nom de *Schausiella*, en l'honneur du savant entomologiste de Washington, M. W. Schaus, qui en a fait connaître plusieurs formes.

Actuellement les formes ou espèces qu'on doit rattacher à ce type semblent toutes localisées dans l'Amérique du Sud tropicale et sont au nombre de huit pour le moins. Bien que mes recherches se limitent à deux de ces formes, on peut affirmer avec une certitude quasi entière que toutes présentent en commun les caractères ci-dessus indiqués. Ce qui les distingue à première vue les unes des autres, c'est la nature et la disposition des ornements de leurs ailes. A l'exception de *janeira* Schaus, toutes sont dépourvues de rayures aux postérieures, et à l'exception de *klagesi* Roths. (qui est à peu près sans ornements) toutes présentent aux antérieures deux rayures vaguement indiquées (*subochreata* Schaus) ou nettes, l'une externe, l'autre interne, qui se rencontrent plus ou moins en arrière, ordinairement avec une tache blanche au point de rencontre (*polybia*) ou au bord postérieur (*polybioides* Bouv.), parfois aux deux endroits en même temps (*subochreata*). La tache située au point de rencontre est la plus constante, encore que dans certaines formes (*carabaya* Roths., *janeira*) on ne l'observe pas chez tous les individus; elle semble toujours absente dans *arpi* Schaus, où l'on voit par contre une tache discale jaune bien caractérisée.

Parce qu'elles sont faibles et paraissent changeantes, faut-il dénier une valeur spécifique à ces différences ? Ce serait une faute; si j'en juge par mes recherches, certaines au moins correspondent avec des différences

organiques plutôt grandes. Des deux exemplaires dont j'ai fait l'étude, l'un, provenant de Pameiras, appartient sûrement à l'espèce *polybia* telle que l'a comprise Cramer, tandis que l'autre, capturé à Saint-Jean du Maroni, en Guyane française, rappelle surtout le type de *subochreata*, encore qu'il soit dépourvu de la tache blanche postérieure. Bien qu'ils aient porté tous deux jusqu'ici le nom de *polybia*, ils appartiennent certainement à deux espèces différentes, car leurs annexes sexuels mâles sont très différents. Dans l'exemplaire de Pameiras, en effet, le lobe ventral en harpon de la pince sexuelle est deux fois moins long que le lobe moyen et se termine par un crochet court et massif; dans le spécimen de la Guyane, au contraire, le même lobe dépasse le lobe moyen avec la pointe de sa griffe qui est longue et grêle. Je ne parle ici, ni des différences que présentent les peignes de la pince, ni de celles, fort grandes, qu'on observe dans le prolongement dorsal de l'uncus ou dixième tergite qui d'ailleurs, dans les deux exemplaires, apparaît en saillie bilobée obtuse à la base et en dessous du prolongement. Pour bien apprécier la valeur des formes ou espèces décrites dans le nouveau genre, il y aura lieu de les étudier semblablement.

On ne connaît guère que des mâles dans le genre *Schausiella;* pourtant, les deux sexes de *polybia* ont été figurés par Cramer et semblent assez peu différents l'un de l'autre. L'exemplaire décrit par Dyar sous le nom d'*Adelocephala adocina* appartient certainement au même genre que *polybia* et présente à la base des ailes antérieures la tache blanche caractéristique; c'est une femelle et peut-être la femelle d'une des espèces signalées, qui sont toutes, à l'exception de *polybia*, exclusivement représentées par des mâles.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau les deux premiers fascicules du tome I des *Annales de l'Institut Henri Poincaré*. Cette publication sera consacrée à la Physique théorique et au Calcul des probabilités, disciplines dont on sait aujourd'hui l'extrême importance dans la révision de nos idées sur les principes de la science et la notion même de causalité.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la dépêche suivante, adressée par M. G. **Claude** en réponse aux félicitations qui lui ont été adressées par l'Académie :

Havana, Cuba, 1930 sept. 27, PM 3 13.

Très touché dépêche. Essais ébullition excellents. Turbine en montage tournera dans quelques jours.

Claude.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Ministero dei Lavori pubblici. Circolo superiore d'ispezione per il Po, Parma. Statistica della navigazione interna sulle vie navigabili del Regno d'Italia. Bollettino trimestrale.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points de Peano d'une équation différentielle du premier ordre.* Note de Mlle **Marie Charpentier**.

Étant donnée l'équation différentielle

$$y' = f(x, y),$$

où f est continue, sans plus, par rapport à l'ensemble des variables x, y dans une région R du plan des x, y, on sait qu'il y a lieu de définir en tout point P de R l'*intégrale supérieure* M(P) et l'*intégrale inférieure* m(P) issues de ce point. Un point P où s'amorce une zone d'émission non réduite à une courbe unique est dit point de Peano. Nous dirons pour abréger que l'axe des y est vertical.

L'étude de la correspondance entre P et sa zone d'émission H(P), dans un sens qui prolonge les travaux de M. P. Montel (¹), m'a amenée à dégager les théorèmes suivants :

(¹) P. Montel, *Thèse* (*Ann. École Normale*, 3e série, 24, 1907, p. 264 et suiv.).

A. Deux intégrales *supérieures*, issues de deux points distincts P et P′, ont au plus un arc de traversée lequel est nécessairement dans la bande Δ située entre les verticales de P et de P′. De plus, si P′ n'appartient pas à la zone d'émission de P (bord *supérieur* exclu), les intégrales *supérieures* M(P) et M(P′) n'ont aucun point de traversée. Même énoncé avec *inférieur*.

B. Soit une courbe

$$(C) \qquad y = \psi(x),$$

où ψ est une fonction continue et uniforme de x. Si l'un des demi-arcs de (C) (postérieur par exemple) au point P de cette courbe est complètement au-dessus de H(P′) pour P′ suffisamment voisin de P, le voisinage peut être resserré de façon que l'arc P′P soit complètement au-dessous de H(P).

C. Soit une courbe (J) douée en plus des propriétés de la courbe (C) du paragraphe précédent, d'une tangente continue. Si (J) est tangente à une suite infinie d'intégrales I_i, elle sera tangente en leur limite I_0.

De ces énoncés découlent les propriétés suivantes concernant H(P).

I. M(P) est une fonction semi-continue supérieure et m(P) une fonction semi-continue inférieure de la position de P.

II. Menons par P une courbe (C) extérieure à H(P). Pour toute suite de points P_i convergeant vers P sur un même demi-arc A de la courbe (C) limité en P, la suite $M(P_i)$ [ou $m(P_i)$] a une limite unique indépendante du choix de (C) : M(P) [ou l(P)] si A est au-dessus de H(P), L(P) [ou m(P)] si A est au-dessous de H(P) [1].

Un point de Peano se trouve ainsi caractérisé par les deux couples [M(P), L(P)]; [m(P), l(P)].

Appelons (ζ) une courbe (C) réalisant en chacun de ses points P la condition déjà citée plus haut : (ζ) est, dans un certain voisinage de P, strictement extérieure à H(P). [Nous pouvons réaliser une courbe (ζ) en prenant une courbe (C) quelconque jamais tangente aux directions du champ.]

Appelons point δ de Peano, un point où l'un au moins des couples cités

---

[1] Exemple : Soit l'équation différentitlle $y' = f(x, y)$, f étant définie de la façon suivante : $f(x, y) = 0$ pour $x \leqq 0$; $f(x, y) = \frac{2y}{x}$ pour $0 \leqq y \leqq x^2$; $f(x, y) = 2x$ pour $x^2 \leqq y$. Soient P l'origine L(P) = m(P) = l'axe des x, l(P) = M(P) = la parabole $y = x^2$.

plus haut se compose de deux courbes distinctes, point γ, un point de Peano où la double coïncidence se présenterait.

Il vient encore de A, B :

III. Les points δ de Peano forment sur une courbe (ζ) un ensemble dénombrable au plus.

Il est intéressant de mettre en parallèle M(P) et m(P) avec les valeurs supérieure et inférieure d'une fonction en un point. Dans ce sens, la démonstration du théorème I peut être rendue isomorphe de celle de la semi-continuité supérieure de la valeur supérieure; H(P) apparaît à ce point de vue comme l'*oscillation* de l'intégrale I(P). Le théorème II rapproche à certain titre la fonction (généralisée) H(P) d'une fonction n'ayant que des points de discontinuité de première espèce. On voit ainsi la question s'orienter vers l'Analyse générale, ce qui a l'avantage de poser des questions concernant la permanence de certains énoncés familiers. Notons dès maintenant ce point important, l'espace abstrait qui servirait ici de support au point-fonction ne peut être distancié, car on ne peut, semble-t-il, caractériser par un nombre l'épanouissement local plus ou moins intense de la zone d'émission d'un point : c'est donc à la théorie des espaces V de M. Fréchet qu'il faudrait songer ici.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques conséquences du théorème de Rolle*. Note de M. **Paul Montel**.

1. Soit $f(z)$ une fonction holomorphe dans une région contenant le segment $(-1, +1)$ de l'axe réel, réelle lorsque z est réel, et nulle lorsque z est égal à $+1$ ou à -1 : la dérivée $f'(z)$ a un zéro intérieur à l'intervalle $(-1, +1)$. Pour des fonctions $f(z)$ satisfaisant à des conditions très générales, ce zéro demeure à l'intérieur d'un segment $(-\theta, +\theta)$, intérieur au premier. Par exemple :

Soit $f(z)$ une fonction holomorphe et de module inférieur à l'unité dans une ellipse dont les foyers sont les points -1 et $+1$, réelle sur l'axe réel, nulle aux points -1 et $+1$ et prenant à l'origine une valeur fixe non nulle : il existe un nombre θ, positif et inférieur à un, tel que la dérivée $f'(z)$ ait, quelle que soit la fonction, au moins un zéro réel dans l'intervalle $(-\theta, +\theta)$.

On obtient un énoncé semblable, en supposant que la fonction $f(z)$, au lieu d'être bornée dans l'ellipse, appartient à une famille normale sans limite constante.

On peut supposer aussi que $f(z)$, au lieu de s'annuler aux points -1 et $+1$, admet deux zéros réels variables situés dans ce segment et tels que leur distance reste supérieure à un nombre positif fixe.

2. On obtient le même résultat en supposant que $f(z)$ est un polynome de degré inférieur ou égal à un entier fixe m à coefficients réels et admet tous les zéros -1 et $+1$. Il existe un nombre $\theta(m)$ correspondant à l'ensemble de ces polynomes.

Le nombre $\theta(m)$ croît avec m; il a pour limite l'unité lorsque m croît indéfiniment et l'on a

$$\overline{\lim_{m=\infty}}\, m(1-\theta) \leqq 1.$$

Ce nombre vérifie aussi l'inégalité

$$\theta(2p-1)=\theta(2p),$$

p désignant un entier.

En particulier,

$$\theta(3)=\theta(4)=\frac{1}{\sqrt{3}}, \qquad \theta(5)=\theta(6)=\sqrt{\frac{3}{5}},$$

$$\theta(7)=\theta(8)=\sqrt{\frac{15+2\sqrt{38}}{35}}, \qquad \theta(9)=\theta(10)=\sqrt{\frac{35+2\sqrt{70}}{63}} \quad (^1).$$

3. Si l'on considère en particulier les polynomes à coefficients réels pour lesquels -1 et $+1$ sont deux zéros tels qu'aucun autre zéro n'ait sa partie réelle comprise entre -1 et $+1$; par exemple lorsque, le polynome ayant tous ses zéros réels, -1 et $+1$ sont deux zéros consécutifs; il existe un nombre $\theta_1(m)$ convenant à tous ceux de ces polynomes dont le degré ne dépasse pas m et l'on a

$$\theta_1(m)=1-\frac{1}{m}.$$

4. Supposons qu'une fonction $f(z)$ du type considéré admette, comme zéros réels, les points -1 et $+1$ et $p-1$ autres points situés sur le segment $(-1, +1)$. Dans ces conditions, on peut établir la proposition suivante :

Soit $f(z)$ une fonction du type considéré, admettant $(p-1)$ zéros réels

---

(1) La valeur de $\theta(z)$ a déjà été obtenue par M. D. Pompeiu, *Sur le théorème des accroissements finis* (*Annales scientifiques de l'Université de Jassy*, 15, 1928, p. 335).

C'est une conséquence du théorème de Grace : elle est valable pour le module d'un zéro de la dérivée lorsque le polynome n'est plus à coefficieuts réels.

situés sur le segment $(-1, +1)$ *ainsi que les zéros* -1 *et* $+1$. *Quelle que soit la fonction* $f(z)$ *et la position des* $(p-1)$ *zéros intermédiaires :*

1° *Les dérivées* $f'(z), f''(z), \ldots, f^{(p)}(z)$ *ont, respectivement, une racine au moins dans un intervalle fixe intérieur à* $(-1, +1)$;

2° *Les dérivées* $f'(z), f''(z), \ldots, f^{(p-1)}(z)$ *ont, respectivement, deux zéros au moins situés dans l'intervalle* $(-1, +1)$ *dont la distance reste supérieure à un nombre positif.*

Ce théorème est applicable aux polynomes dont le degré est borné. Il comporte une extension au cas où plus de deux zéros de $f(z)$ ont des positions fixes.

5. Les polynomes peuvent être considérés comme des combinaisons linéaires de fonctions appartenant à la suite $1, 3, 3^2, \ldots, 3^m$. Si l'on remplace cette suite par une suite de fonctions analytiques réelles sur l'axe réel, on obtiendra des théorèmes correspondant aux précédents. On peut prendre par exemple des suites finies de Fourier d'ordre m, s'annulant pour $z = \pm\frac{\pi}{2}$. Il leur correspond une suite de nombres $\vartheta(m)$, correspondant à $\theta(m)$, dont les premières valeurs sont

$$\vartheta(2) = \frac{\pi}{4}, \qquad \vartheta(3) = \arc\cos\frac{\sqrt{13}-1}{6}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux différentielles totales.* Note ([1]) de M. **A. Rosenblatt.**

J'ai donné, il y a quelque temps [*Sur les conditions d'unicité d'une solution des équations différentielles ordinaires* (*Comptes rendus*, 1928)], des conditions suffisantes assez générales de l'unicité de la solution d'une équation différentielle ordinaire qui pour une valeur donnée de la variable indépendante prend une valeur également donnée *a priori*. Dans la présente Note je voudrais appliquer des considérations analogues aux équations linéaires aux différentielles totales complètement intégrables, en me bornant pour plus de simplicité au système suivant de deux équations

$$(1) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial z}{\partial x} = \varphi_1(x, y, z), \\ \dfrac{\partial z}{\partial y} = \varphi_2(x, y, z). \end{cases}$$

([1]) Séance du 22 septembre 1930.

Les fonctions φ sont supposées continues dans le parallélépipède

$$-a \leqq x \leqq a, \qquad -b \leqq y \leqq b, \qquad -c \leqq z \leqq c$$

et il s'agit des solutions qui pour $x = y = 0$ deviennent égales à zéro.

1. Supposons que pour tout système de quatre nombres x, y, z_1, z_2 du parallélépipède l'inégalité suivante soit satisfaite :

$$(2) \qquad \begin{aligned} &|x|\,|\varphi_1(x, y, z_2) - \varphi_1(x, y, z_1)| + |y|\,|\varphi_2(x, y, z_2) - \varphi_2(x, y, z_1)| \\ &\leqq |z_2 - z_1| \left[1 + \frac{1}{\left(\log \frac{1}{r}\right)^{1+\varepsilon}}\right] \qquad (\varepsilon > 0,\ r = \sqrt{x^2 + y^2},\ r < 1). \end{aligned}$$

Supposons qu'il y ait *deux* solutions z_1, z_2 différentes et soit $Z = z_2 - z_1$. Soit $Z = Z_1 > 0$ au point $P_1(x_1, y_1)$ $(x_1 > 0,\ y_1 > 0)$. Envisageons la droite l passant par O et P_1 et soit r la valeur du rayon mobile OP sur l. On a, pour $Z \neq 0$,

$$\frac{\partial \log Z}{\partial r} = \frac{\partial \log Z}{\partial x}\frac{x}{r} + \frac{\partial \log Z}{\partial y}\frac{y}{r},$$

donc, d'après (2),

$$\left|\frac{\partial \log Z}{\partial r}\right| \leqq \frac{1}{r}\left[1 + \frac{1}{\left(\log \frac{1}{r}\right)^{1+\varepsilon}}\right],$$

$$\frac{\partial \log Z}{\partial r} = \frac{\Theta(r)}{r}\left[1 + \frac{1}{\left(\log \frac{1}{r}\right)^{1+\varepsilon}}\right],$$

$\Theta(r)$ continu. En intégrant on obtient

$$(3) \qquad \frac{Z_1}{Z} = e^{\int_r^{r_1} \frac{\Theta(r)}{r}\left[1 + \frac{1}{\left(\log \frac{1}{r}\right)^{1+\varepsilon}}\right] dr}.$$

Pour $r < r_1$, en remplaçant $\Theta(r)$ par 1 et en intégrant, on obtient l'inégalité

$$(4) \qquad \frac{Z_1}{Z} < \frac{r_1}{r} e^{\frac{1}{\varepsilon}\left[\left(\log \frac{1}{r_1}\right)^{-\varepsilon} - \left(\log \frac{1}{r}\right)^{-\varepsilon}\right]}.$$

Il n'est pas possible que Z s'annule en un point Q *entre* O et P, car le membre à gauche tendrait vers $+\infty$, ce qui n'est pas possible.

Mais il n'est pas possible non plus que $\frac{Z}{r}$ tende vers zéro lorsque r tend vers zéro comme il le devrait être. Donc Z est *identiquement nul*.

C. Q. F. D.

2. La condition (2) ne peut pas être remplacée par la condition dans laquelle $\varepsilon = 0$. En effet, envisageons les équations

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial z}{\partial x} &= \frac{xz}{r^2}\left[1 + \frac{1}{\log\frac{1}{r}}\right], \\ \frac{\partial z}{\partial y} &= \frac{yz}{r^2}\left[1 + \frac{1}{\log\frac{1}{r}}\right] \end{aligned}\right.$$

pour $|z| \leqq \frac{r}{\log\frac{1}{r}}$, et remplaçons dans les membres à droite z par $\frac{r}{\log\frac{1}{r}}$ pour $z > \frac{r}{\log\frac{1}{r}}$ (z supposé > 0). On a une infinité d'intégrales

$$(6)\qquad z = C\frac{r}{\log\frac{1}{r}}, \qquad |C| \leqq 1.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension du théorème de Gauss aux fonctions harmoniques d'ordre p*. Note de M. **Miron Nicolesco**.

1. Soient D un domaine quelconque du plan, D_ρ le domaine tel que tout cercle, de rayon ρ, et dont le centre (x, y) se trouve dans D_ρ, est compris dans D. Le point (x, y) étant dans D_ρ, je définis les *moyennes successives* $\mu_0(x, y, \rho)$, $\mu_1(x, y, \rho)$, ..., $\mu_p(x, y, \rho)$, ..., d'une fonction quelconque $u(x, y)$ par la relation de récurrence

$$\mu_p(x, y, \rho) = \frac{2}{\rho^2}\int_0^\rho \mu_{p-1}(x, y, \rho)\rho\, d\rho \qquad (p = 1, 2, 3, \ldots)$$

avec

$$\mu_0(x, y, \rho) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} u(x + \rho\cos\theta, y + \rho\sin\theta)\, d\theta,$$

les intégrales étant prises au sens de M. Lebesgue. Les deux premières moyennes μ_0 et μ_1 sont, respectivement, la moyenne *périphérique* et la moyenne *superficielle* dans le cercle de centre (x, y) et de rayon ρ.

On sait qu'on appelle fonction harmonique d'ordre p toute fonction $u(x, y)$ qui satisfait à l'équation $\Delta^{(p)} u = 0$; le symbole $\Delta^{(p)}$ étant défini par la récurrence $\Delta^{(p)}(u) = \Delta(\Delta^{p-1} u)$ avec $\Delta^{(1)}(u) = \Delta(u)$.

Cela étant, j'ai démontré le théorème suivant : *Si la fonction* $u(x, y)$ *est harmonique d'ordre p dans* D, *on a, dans* D_ρ, *la relation*

$$(1)\quad \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \cdots & \frac{1}{p} \\ 1 & \frac{1}{2^2} & \frac{1}{3^2} & \cdots & \frac{1}{p^2} \\ \cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdots & \cdot\cdot \\ 1 & \frac{1}{2^{p-1}} & \frac{1}{3^{p-1}} & \cdots & \frac{1}{p^{p-1}} \end{vmatrix} u(x, y) = \begin{vmatrix} \mu_0 & 1 & 1 & \cdots & 1 \\ \mu_1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \cdots & \frac{1}{p} \\ \mu_2 & \frac{1}{2^2} & \frac{1}{3^2} & \cdots & \frac{1}{p^2} \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdots & \cdot\cdot \\ \mu_{p-1} & \frac{1}{2^{p-1}} & \frac{1}{3^{p-1}} & \cdots & \frac{1}{p^{p-1}} \end{vmatrix},$$

quels que soient (x, y) *et* ρ.

C'est l'extension, aux fonctions harmoniques d'ordre p, du théorème de Gauss, concernant les fonctions harmoniques (d'ordre un).

2. Le théorème précédent admet une réciproque : *Si une fonction* $u(x, y)$, *sommable dans* D *superficiellement et linéairement, sur toute circonférence comprise dans* D, *satisfait dans* D_ρ *à la relation* (1), *quels que soient le point* (x, y) *et* ρ, *la fonction* $u(x, y)$ *est harmonique d'ordre p dans* D.

C'est l'extension, aux fonctions harmoniques d'ordre p, du théorème de M. E.-E. Levi (1).

3. Les deux théorèmes précédents sont susceptibles d'applications multiples, tout comme les théorèmes de Gauss et M. E.-E. Levi. On peut en déduire, par exemple, que si une fonction harmonique d'ordre p dans D est bornée dans ce domaine, toutes ses dérivées seront bornées dans l'intérieur de D, c'est-à-dire dans tout domaine fermé complètement intérieur à D. Par conséquent (P. Montel), si des fonctions harmoniques d'ordre p sont bornées dans D, ces fonctions sont également continues dans l'intérieur de D. Il en résulte tout de suite le théorème suivant (2) :

Soit

$$u_1(x, y), \quad u_2(x, y), \quad \ldots, \quad u_n(x, y), \quad \ldots$$

une suite de fonctions harmoniques d'ordre p, bornées dans D. *Si cette suite est convergente dans* D, *elle convergera uniformément dans l'intérieur de* D, *vers une fonction* $u(x, y)$, *harmonique d'ordre p. De plus, toute dérivée*

---

(1) E.-E. Levi, *Sopra una proprietà caratteristica delle funzioni armoniche* (*Rendiconti Lincei*, 18, 1909, p. 10-15).

(2) Paul Montel, *Sur les suites infinies de fonctions* (*Thèse*, Paris, 1907, Chap. I, § 11, 12, 13, et Chap. V, § 52, 53, 57).

partielle de $u_n(x, y)$ convergera uniformément vers la dérivée du même ordre de $u(x, y)$.

Il suffit même, comme l'a remarqué M. P. Montel dans le travail cité, que la convergence ait lieu pour une infinité de points formant un ensemble partout dense dans D, pour que la conclusion reste la même.

Enfin, tous ces résultats sont valables pour les fonctions harmoniques d'ordre p à plus de deux variables.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la limite supérieure du produit canonique d'ordre infini.* Note [1] de M. **Podtiaguine**, transmise par M. Émile Borel.

M. Blumenthal dans son livre fort remarquable, *Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini*, a donné une méthode directe très simple pour la détermination de la limite supérieure du module du produit canonique d'ordre infini. Les recherches de M. Blumenthal sont basées sur le théorème classique de M. E. Borel.

Or la méthode de M. Blumenthal, un peu complétée et basée sur un théorème analogue à celui de M. Borel, permet d'obtenir un résultat beaucoup plus précis.

Considérons une fonction croissante $\varphi(u)$ *régulière* dans le sens que j'ai indiqué dans mes travaux antérieurs (*Annali di Matematica*, 4e série, 5, p. 214; *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 945; 189, 1929, p. 620). Sur cette fonction $\varphi(u)$ on peut démontrer le théorème suivant :

Théorème. — *Toute fonction régulière $\varphi(u)$ vérifie, à partir d'une certaine valeur de u, l'inégalité*

$$\varphi\left[u + \frac{u}{2\nu(u)}\right] < (2+\varepsilon)\,\varphi(u),$$

où ε est un nombre positif aussi petit que l'on veut, et

$$\nu(u) = \frac{u\,\varphi'(u)}{\varphi(u)}.$$

Considérons ensuite un produit canonique d'ordre infini

$$F(z) = \prod_{n=1}^{\infty}\left(1 - \frac{z}{a_n}\right) e^{\frac{z}{a_n} + \ldots + \frac{1}{p_n}\left(\frac{z}{u_n}\right)^{p_n}} = \prod_{n=1}^{\infty} E\left(\frac{z}{a_n}, p_n\right),$$

[1] Séance du 16 juillet 1930.

correspondant à la suite de nombres

$$a_1, \quad a_2, \quad a_3, \quad \ldots, \quad a_n, \quad \ldots,$$

rangés par ordre de leurs modules non décroissants

$$(1) \qquad r_1, \quad r_2, \quad r_3, \quad \ldots, \quad r_n, \quad \ldots.$$

Les nombres (1) étant donnés, nous pouvons toujours construire une fonction réelle $y(x)$ de la variable réelle x qui, pour x entier, positif et égal à n, prend la valeur r_n et qui ne décroisse jamais.

En posant

$$\frac{\log x}{\log y(x)} = f[u(x)], \qquad u(x) = \log y(x),$$

nous prenons une telle fonction croissante *régulière* $\varphi(u)$ qui croît sensiblement comme la fonction $f(u)$ et vérifie l'inégalité

$$f[u(n)] \leqq \varphi[u(n)].$$

Posons ensuite $\psi(u) = \frac{1}{2\varphi(u)}$ dans le cas où l'ordre de grandeur de la fonction $\varphi(u)$ est infiniment grand; $\psi(u) = \frac{1}{2k}$ s'il est égal à un nombre positif k supérieur à un; $\psi(u) = \frac{1}{2}$ si $k < 1$; et, enfin, $\psi(u) = 1$, si l'ordre de grandeur de $\varphi(u)$ est infiniment petit.

Nous prenons

$$p_n = \left[\frac{a}{\psi\{u(n)\}}\varphi\{u(n)\}\right],$$

les crochets signifiant la partie entière de la quantité enfermée entre eux et a étant un nombre quelconque supérieur à deux si l'ordre de grandeur de $\varphi(u)$ est infiniment grand, supérieur à quatre si celui est infiniment petit, supérieur à $2 + \frac{2}{k} + \frac{1}{2k}$ s'il est égal à un nombre fini $k > 1$, et, enfin, supérieur à 4,5 si $k \leqq 1$.

Cela étant posé, on trouve quatre formules pour la limite supérieure du module du produit $\mathcal{F}(z)$:

1°. Si l'ordre de grandeur de la fonction $\varphi(u)$ est infiniment grand, il y a lieu la formule

$$\mathcal{F}|(z)| < e^{r^{(3+\varepsilon)\varphi(\log z)}};$$

2° Si celui-ci est égal à un nombre k supérieur à un, on a

$$|F(z)| < e^{r^{\left(5+\frac{4}{k}+\frac{1}{k^2}+\varepsilon\right)\varphi(\log r)}};$$

3° Si $k \leqq 1$, nous avons

$$|F(z)| < e^{r^{(9+\varepsilon)\varphi(\log r)}};$$

4° Enfin, si l'ordre de grandeur de $\varphi(u)$ est infiniment petit, on a la formule

$$|F(z)| < e^{r^{(4+\varepsilon)\varphi(\log r)}}.$$

Grâce à notre théorème sur les fonctions croissantes régulières, la méthode de M. Blumenthal a permis de recevoir les formules considérablement plus précises que la formule

$$|F(z)| < e^{r^{[\varphi(\log r)]^{1+\varepsilon}}}$$

trouvée par M. Blumenthal. Il est vrai que ces formules dans les cas particuliers sont un peu moins précises que celles reçues par M. Boutroux (*Acta mathematica*, 28, p. 193-199) et M. Denjoy ([1]). Mais, par contre, elles sont plus générales que les formules de M. Boutroux ([2]) et beaucoup plus simples et explicites que celles de M. Denjoy. De même leur démonstration est plus simple et moins artificielle.

HYDRAULIQUE. — *Étude chronophotographique de l'écoulement autour d'une plaque normale au courant.* Note de MM. **L. Escande** et **M. Teissié-Solier**, présentée par M. L. Lecornu.

On sait que le mouvement plan permanent d'un courant de dimensions infinies autour d'une plaque dont la trace sur le plan de l'écoulement est un segment rectiligne, de longueur unité, normal à la vitesse d'attaque, ellemême égale à l'unité, correspond à la solution hydrodynamique

$$\frac{1}{W} = \pm \frac{1}{\sqrt{\varphi + i\psi}} + \sqrt{\frac{1}{\varphi + i\psi} - 1}, \tag{1}$$

W désignant la vitesse complexe.

([1]) *Comptes rendus*, 147, 1908, p. 118-121; *Sur les produits canoniques d'ordre infini* (Thèse, Paris, 1909).

([2]) Le résultat de M. Boutroux ne se rapporte qu'aux fonctions dont la croissance n'est pas très rapide.

Nous nous sommes proposé d'étudier expérimentalement un tel écoulement et de comparer les résultats obtenus avec ceux que renferme la formule (1).

L'obstacle étudié, constitué par une plaque rectangulaire de $1^{cm},6$ de largeur, était immergé dans un champ uniforme de vecteurs vitesses, réalisé dans un ajutage horizontal de 30^{cm} de diamètre. Les deux extrémités de la plaque s'appuyaient aux parois; son axe était disposé suivant un diamètre vertical et son orientation était normale au courant. La vitesse d'attaque du courant était de $2^{cm},52$ par seconde.

Nous obtenions ainsi, dans le plan méridian horizontal de l'ajutage, un mouvement plan correspondant très sensiblement aux conditions théoriques et que nous avons analysé par la méthode chronophotographique.

a. Surface de discontinuité. — Avec un système d'axes convenable, les équations paramétriques du jet s'écrivent

$$x = 2\sqrt{1+s} + \frac{\pi}{2}, \qquad y = \sqrt{s}.\sqrt{1+s} + \mathbf{L}[\sqrt{1+s} - \sqrt{s}]$$

et permettent de tracer celui-ci, qui concorde bien avec la ligne de discontinuité expérimentale, dans la zone étudiée, c'est-à-dire sur une longueur égale à quatre fois environ la largeur de la plaque. Ce résultat avait été déjà obtenu par M. Camichel (1).

La vitesse mesurée sur la surface de discontinuité est constante et égale à la vitesse à l'infini, conformément à ce qu'indique la théorie.

b. Vitesses. — Nous avons déterminé les vitesses en divers points, et en particulier, le long du filet amont axial, la loi de ralentissement obtenue est en bon accord avec la loi théorique

$$U = \frac{\sqrt{-\varphi}}{-1+\sqrt{1-\varphi}}, \qquad \text{avec } n = 2\sqrt{-\varphi} + \sqrt{\varphi(\varphi-1)} + \mathbf{L}[\sqrt{1-\varphi} + \sqrt{-\varphi}],$$

U désignant la vitesse et n la distance du point considéré à la plaque.

c. Potentiel des vitesses. — Nous avons enfin vérifié, avec une très bonne approximation, l'existence du potentiel des vitesses dans le plan de l'écoulement, au moyen des deux méthodes dues à M. Camichel (2), c'est-à-dire :

1° Par détermination chronophotographique de la composante du vecteur tourbillon normale au plan du mouvement;

2° Par mesure de la circulation et application du théorème de Stokes.

---

(1) C. Camichel, *Comptes rendus*, **174**. 1922, p. 666.

(2) *Comptes rendus*, **170**, 1920, p. 881, et **189**, 1929, p. 317.

ÉLECTRONIQUE. — *Principe d'exclusion et statistique intramoléculaire.* Note de M. **L. Goldstein**, présentée par M. M. de Broglie.

Dans une Note précédente (¹) nous avons cherché à donner une approximation dans le problème de la distribution du potentiel et de charge dans une molécule diatomique. Admettant que la molécule soit formée par un mélange de gaz d'électrons, on obtient une première approximation par superposition des potentiels et des charges des deux atomes de la molécule.

On sait que la distribution du champ intraatomique régie par la fonction φ de Fermi tient compte de l'interaction des électrons et du noyau, d'une part, et de l'interaction des électrons entre eux, d'autre part. La superposition $\varphi_1 + \varphi_2$ des fonctions de distribution des deux atomes de la molécule ne tient pas compte de l'interaction des deux atomes. Ce problème de couplage des deux atomes est, du point de vue statistique, plus difficile que l'on ne pourrait soupçonner au premier abord. L'extension naturelle de la méthode de Fermi aux molécules serait l'établissement d'une équation au potentiel. Le potentiel intramoléculaire serait une fonction à deux variables, la symétrie axiale se substituerait ici à la symétrie sphérique des atomes.

Le problème fondamental est de trouver la fonction de densité électrique dans la molécule. Il est clair que le succès de la méthode statistique dans l'atome est dû précisément à la solution immédiate de ce problème. L'application des formules de la statistique de Fermi conduit directement à la densité de charge qui est le deuxième membre de l'équation de Poisson. Dans la molécule il n'est guère possible de parler d'un gaz d'électrons. Les électrons des deux atomes — les électrons de valence exceptés — gardent une sorte d'indépendance, tout en perdant leur individualité en satisfaisant au principe de Pauli et n'interviennent dans la liaison moléculaire que par leur action électrique. Les électrons dont tous les degrés de liberté ne sont pas encore épuisés — électrons de valence ou d'échange — qui ont gardé leur individualité tendent à les engager dans la liaison moléculaire. On conçoit que par suite de ces distinctions qui s'imposent parmi les électrons,

(¹) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1502.

on ne peut pas trouver une fonction $n(v)$ analogue à la fonction de densité de l'atome. La seule méthode qui la donnerait serait celle de Fermi qui n'est plus applicable ici, parce que les électrons de la *molécule* ne satisfont pas au principe de Pauli, ils s'y sont déjà soumis dans les *atomes* formant la molécule.

Les électrons de la molécule se groupent ainsi. Et un choix s'impose parmi les électrons pour établir ces groupes. Ce choix ne crée pas de difficulté du point de vue statistique; il se lit sur le tableau périodique où la multiplicité des termes des atomes de la molécule indique les groupes d'électrons libres ou non libres du point de vue du principe d'exclusion.

Dans la recherche de la distribution de charge on aura à distinguer entre les ions, leur distribution de charge étant donnée par la formule de Fermi, et les électrons de valence ou électrons d'échange dont l'ensemble devrait être caractérisé par une fonction de distribution appropriée. On écrirait donc

$$\rho_{zz} = \rho^{\mathrm{I}}_{z-\nu} + \rho^{\mathrm{II}}_{z-\nu} + \rho^{\mathrm{I,II}}_{2\nu},$$

z est le numéro atomique des atomes constituants et ν le nombre des électrons par atome soumis à l'échange de Heitler et London (dans une molécule homopolaire) (¹). Tout groupement ou superposition de ce genre renferme des omissions car les interactions des divers groupes sont laissées de côté. Si en outre les termes ρ^{I} et ρ^{II} s'évaluent directement, la densité des électrons d'échange semble échapper à la méthode statistique.

La superposition ci-dessus constituerait une nouvelle approximation par rapport à celle obtenue précédemment. Il semble bien que l'on doit, du moins actuellement, se contenter de telles approximations obtenues par superposition des champs, car une extension de la méthode de Fermi se heurte à la difficulté fondamentale que l'on doit attribuer au *manque d'équivalence* des électrons de la molécule.

(¹) Cf. M. Delbrück, *Ann. Phys.* 5ᵉ série, 5, 1930, p. 59.
Il résulte des calculs de cet auteur, ce qui était à prévoir, que les échanges d'électrons de couches profondes des atomes assez lourds sont pratiquement *négligeables*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Trempe secondaire des aciers hypertrempés et stabilité de l'austénite.* Note [1] de MM. **Pierre Chevenard** et **Albert Portevin**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

L'étude du mécanisme de la trempe des aciers a montré l'abaissement discontinu du point de transformation au refroidissement, quand on fait croître l'intensité des facteurs de trempe [2] : température et durée de la chauffe, vitesse de refroidissement, teneur en carbone, en manganèse, en chrome, etc. A la transformation de recuit Ar', d'où résulte l'agrégat « fer α-cémentite » stable à froid (perlite ou troostite) succède à température plus basse la transformation de trempe Ar'', qui donne naissance à la martensite; Ar'' disparaît à son tour par diminution d'amplitude et passage au-dessous de la température ambiante : l'acier est alors hypertrempé. Donc si, partant des conditions d'hypertrempe totale d'un acier hypereutectoïde, on diminue la teneur en carbone, on doit observer l'apparition de Ar'' puis celle de Ar'; de plus, entre les points Ar' et Ar'', l'austénite a une stabilité particulière.

Nous avons pu généraliser ces conclusions et les étendre au cas de la *trempe secondaire* observée au revenu des aciers hypertrempés.

Un acier à 1,5 pour 100 C et 2 pour 100 Cr, amené à l'état austénitique par hypertrempe à 1180° dans l'eau, a été étudié par la méthode des revenus isothermes, exposée dans une Note récente [3]: chauffe à température constante pendant 7 heures, analyse dilatométrique, micrographie, mesure de la dureté, des propriétés électriques et magnétiques.

Quand la température de revenu θ_r est inférieure à 330° ou supérieure à 500°, les phénomènes sont identiques à ceux que nous avons décrits pour un acier à 1,5 pour 100 C et 2 pour 100 Mn hypertrempé; mais dans la zone intermédiaire, on note une profonde perturbation correspondant à l'apparition d'un phénomène absolument différent des précédents : *la trempe secondaire*.

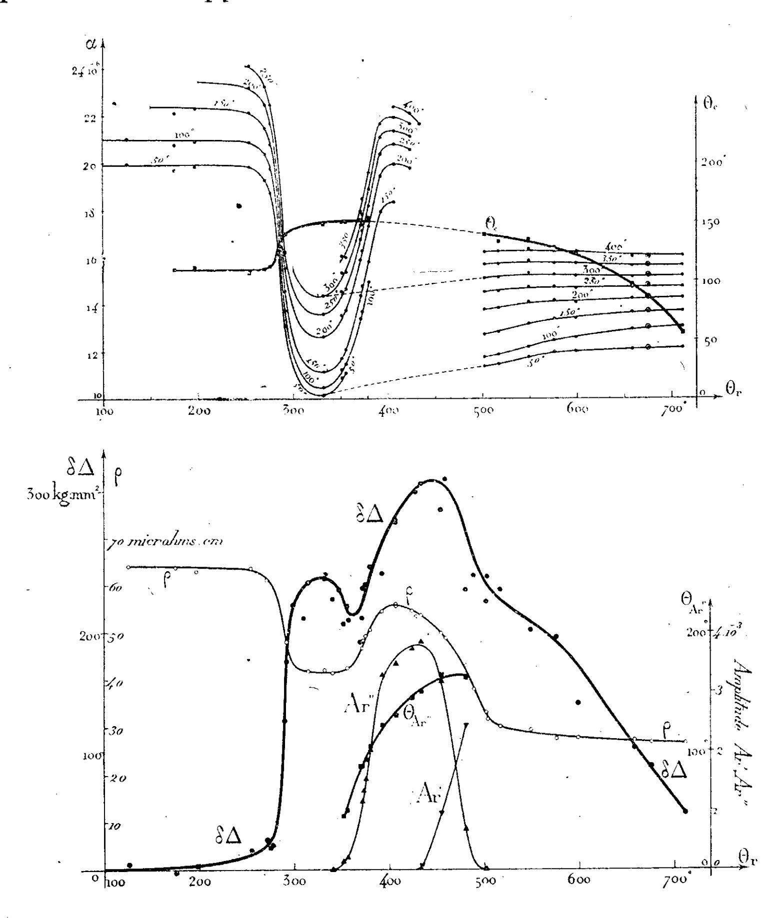
---

(1) Séance du 22 septembre 1930.

(2) A. Portevin et P. Chevenard, *Les courbes caractéristiques des traitements thermiques des aciers* (*Revue de Métallurgie*, **18**, 1921, p. 717-728).

(3) A. Portevin et P. Chevenard, *Changement de composition du constituant cémentite au cours du revenu des aciers spéciaux* (*Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 408).

Au cours du revenu, l'austénite obtenue par hypertrempe se décarbure par dépôt d'une cémentite complexe, dont le point de Curie θ_c varie comme l'indique la figure en fonction de θ_r; en même temps, une certaine fraction de l'austénite subit la transformation $\gamma \rightarrow \alpha +$ cémentite. Cette fraction, qu'on peut calculer approximativement à partir de la dilatabilité, croît



d'abord avec θ_r; elle devient sensiblement égale à l'unité pour $\theta_r = 330^\circ$, tandis que la résistivité ρ atteint un minimum et le gain de dureté $\delta\Delta$ un premier maximum; puis, elle décroît pour des températures de revenu plus élevées, résultat mis en évidence par l'ascension des isothermes de dilatabilité α. Il subsiste donc, après 7 heures de maintien entre 330° et 500°, une certaine proportion d'austénite partiellement décarburée.

A partir de $\theta_r = 350^\circ$, cette austénite subit au refroidissement la trans-

formation Ar″, avec production de martensite (1). θ_r continuant à s'élever, la quantité de cémentite libérée pendant la chauffe s'accroît, et l'austénite restante est de plus en plus décarburée : *conformément aux prévisions*, la température $\theta_{Ar''}$ et l'amplitude Ar″ de la transformation de trempe augmentent, tandis que la résistivité ρ et le durcissement $\delta\Delta$ s'élèvent pour atteindre un maximum très marqué; enfin, à partir de 430°, on voit apparaître la transformation Ar′ avec production de troostite : on observe ainsi, comme dans la trempe primaire, le *dédoublement de la transformation* Ar, fait qui n'a pas encore été signalé à notre connaissance. Le double maximum de la courbe $\delta\Delta$ établit la superposition de deux modes distincts de durcissement : retour à l'agrégat « phase α + cémentite » : *trempe structurale*, et formation de martensite secondaire : *trempe physico-chimique*.

Nous avons vérifié, enfin, qu'il existe au-dessus de Ar″ un domaine de température où l'austénite partiellement décarburée est relativement très stable. On retrouve donc dans la trempe secondaire des aciers hypertrempés certains caractères de la trempe primaire, ce qui permet d'envisager une synthèse d'ensemble du mécanisme de ces réactions.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Le sondage simultané par les parasites atmosphériques à Zurich et au Sahara.* Note de M. **Jean Lugeon**, présentée par M. G. Ferrié.

Du 23 octobre au 13 novembre 1929, j'ai enregistré les parasites avec mes collaborateurs Nicola et Waldmann à El-Goléa (30° 34′ N, 0° 33′ E, Paris) et à Zurich, afin d'étudier la portée de ces perturbations et de vérifier la méthode de sondage par les parasites que j'ai proposée l'année dernière (2).

Portée. — Trois années d'enregistrement à Zurich, 2000 heures de comparaisons avec Paris à 500km, 500 heures avec El-Goléa à 2000km, 3000 heures avec Lausanne à 172km, et 2000 heures entre les Rochers-de-Naye sur Mon-

(1) Quand Ar″ apparaît au voisinage de θ_c, ce point de Curie ne ressort plus des courbes dilatométriques : d'où interruption de la courbe θ_c entre 380° et 500°.

(2) Jean Lugeon, *La nouvelle méthode de sondage électromagnétique vertical et quasi horizontal de l'atmosphère* (*Archives des Sc. phys. et nat.*, **11**, Genève, 1929, p. 239 à 259; *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1114 et 1690; **189**, 1929, p. 363; **191**, 1930, p. 61.

treux et Varsovie, distants de 1200^{km}, me permettent d'énoncer la règle suivante : pour 100 pour 100 de parasites enregistrés en une année, 20 pour 100 sont de provenance lointaine, quelques milliers de kilomètres, 70 pour 100 ont une portée de 100 à 1000^{km}, et 10 pour 100, enfin, sont des parasites locaux dont la portée se tient au-dessous de 100^{km} et n'atteint parfois que quelques mètres seulement.

Sondage en latitude et en longitude. — La portée des parasites est beaucoup plus grande de nuit que de jour, d'où il résulte qu'un récepteur situé à l'est d'un foyer lointain, dans la région obscure, n'en entendra généralement les émissions qu'à partir de l'instant où tout le parcours de l'onde est plongé dans l'obscurité. En appliquant ce principe et en contrôlant la provenance des parasites au cadre, à El-Goléa, j'ai pu déceler avec certitude un front froid, doublé d'une puissante zone orageuse, qui stationnait du 1er au 4 novembre entre New-York et la Floride. Les enregistrements de Paris, Zurich et El-Goléa devinrent, en effet, semblables dès 22^h, instant du coucher sur le 75° N. La portée de ces parasites orageux dépassa donc 8000^{km}. La plupart des dépressions méditerranéennes très « électrisées » en octobre et novembre furent localisées de la même manière.

Le sondage vertical. — Je rappelle qu'au moment où les rayons rasants du Soleil descendent vers la Terre au lever, ils produisent une ionisation

Altitude de la couche de Kennelly-Heaviside calculée d'après les enregistrements de parasites à Zurich et à El-Goléa.

Date.	Zurich. Instant du lever du Soleil. T. M. G.	Zurich. Altitude en kilomètres.	El-Goléa. Instant du lever du Soleil. T. M. G.	El-Goléa. Altitude en kilomètres.
24 X	5^h57^m	124,3	5^h57^m	136,2
25 X	5.58	105,8	5.58	–
26 X	5.59	88,5	5.59	91,6
28 X	6.03	94,5	6.01	125,3
30 X	6.06	–	6.03	125,3
31 X	6.07	–	6.04	124,8
2 XI	6.11	83,6	6.05	110,1
3 XI	6.12	93,5	6.06	128,6
4 XI	6.13	–	6.07	93,2
8 XI	6.19	93,2	6.10	92,0
9 XI	6.20	74,6	6.10	95,0
10 XI	6.22	99,3	6.11	115,5
12 XI	6.26	125,8	6.13	139,8

Altitude moyenne : à Zurich, $98^{km},2$; à El-Goléa, $114^{km},7$.

supplémentaire dans chacune des couches qu'ils traversent. Ce mécanisme a sa répercussion sur le champ développé par les parasites, qui s'abaisse en synchronisme, en s'inscrivant sur le diagramme, comme l'image du crépuscule, avec toutes ses *lueurs électromagnétiques*. Une simple relation trigonométrique donne l'altitude des couches, l'angle de dépression du Soleil étant connu. (Voir les tableaux.)

Conclusion. — La couche de Kennelly-Heaviside a toujours été plus élevée à El-Goléa qu'à Zurich, excepté le 8 novembre où la différence est très faible et peut être due à une erreur chronographique fortuite.

Les chiffres du tableau s'accordent parfaitement avec les théories sur la variation de la hauteur des couches atmosphériques qui sont inclinées de l'équateur vers les pôles. En tenant compte de cette inclinaison et des dimensions du terroïde, j'ai établi la formule suivante pour calculer la hauteur H en kilomètres au-dessus du sol, de la couche Kennelly-Heaviside, en fonction de la latitude φ :

$$H = 129,782 - 58,316 \sin^2\varphi.$$

Cette formule correspond aux altitudes moyennes de $114^{km},7$ à El-Goléa et $98^{km},2$ à Zurich. Elle doit être applicable aux deux hémisphères, au moins entre les équinoxes austraux et boréaux, de l'automne au printemps. L'altitude moyenne de la couche serait ainsi de $129^{km},8$ à l'équateur et de $71^{km},5$ aux pôles, au lever du Soleil.

Remarquons encore ce fait important que les balancements de la couche d'un jour à l'autre, sa *marée*, sont synchrones entre Zurich et El-Goléa. Les amplitudes sont proportionnellement les mêmes, ce qui semble être une preuve en faveur de la méthode de sondage par les parasites.

En prenant les valeurs moyennes des crochets des courbes d'enregistrement que j'estime être dus au passage des rayons solaires au travers de la couche d'ozone et de la tropopose, je trouve que la loi d'inclinaison vers les pôles est également respectée :

	Zurich.	El-Goléa.	Inclinaison (en 1/1000).
Heaviside-Kennelly	$98^{km},2$	$114^{km},7$	8
Ozone	$48^{km},9$	$51^{km},2$	1
Tropopose	$11^{km},1$	$15^{km},5$	2

Les chiffres de la tropopose s'harmonisent bien avec ceux qu'a déterminés Sir Napier Shaw en calculant la variation de l'entropie dans une section de l'atmosphère, faite du Nord au Sud.

PALÉONTOLOGIE. — *Contribution à l'étude des Poissons ganoïdes fossiles : la famille des Catoptéridés.* Note (¹) de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. H. Douvillé.

Parmi les Poissons Chondrostéens on distingue, à côté des Paléoniscidés, un groupe de formes plus évoluées qui constituent la famille des Catoptéridés. La répartition géographique de cette famille est extrêmement vaste. On en connaît des représentants en Amérique du Nord, en Europe, en Australie, en Afrique du Sud. Tous semblent être localisés dans le Trias (plus précisément dans le Trias inférieur). J'ai déjà signalé la présence à Madagascar de l'un de ces genres, actuellement décrit de l'Italie et du Spitzberg.

Voici, très résumées, les principales particularités anatomiques de ce Poisson.

Le crâne primordial est ossifié. Les pariétaux, symétriques par rapport à la ligne médiane, sont à peu près quadrangulaires; les frontaux, également symétriques, forment une partie de la voûte de l'orbite. Pariétaux et frontaux sont bordés latéralement par le squamosal (qui correspond sans doute au supratemporal et à l'intertemporal). Les tabulaires (extrascapulaires) se présentent comme deux plaques symétriques allongées transversalement.

La région ethmoïdale est incomplètement conservée; on observe cependant, en avant des frontaux, le début d'une plaque impaire (plaque nasalo-postrostrale). En arrière de la rangée osseuse qui borde l'orbite sont placés deux sous-orbitaires. Le maxillaire est construit sur le type paléoniscidé, c'est-à-dire que sa portion postorbitaire est très élevée, et sa portion sous-orbitaire très basse. A la mandibule, le dentaire présente un grand développement.

Le préopercule, large et triangulaire, comme dans *Perleidus* et *Colobodus*, est séparé par une petite plaque osseuse de l'opercule. Celui-ci est plus petit que le sous-opercule; les rayons branchiostèges sont relativement larges.

Les dents portées par le prémaxillaire sont pointues, ainsi que celles de la

(¹) Séance du 22 septembre 1930.

portion antérieure du maxillaire et de la mandibule. Les autres sont élargies, comme pour broyer.

Le dessin des canaux sensoriels du crâne rappelle étroitement celui de *Perleidus Woodwardi* du Spitzberg. Le canal supra-orbitaire prend naissance dans le pariétal, se continue à travers le frontal et descend dans la région antéorbitaire. Le canal infra-orbitaire est relié au canal de la ligne latérale; il traverse le squamosal et s'infléchit en arrière de l'orbite. Les deux branches de chaque côté sont réunies par la commissure supratemporale. Le canal préoperculaire descend le long du bord postérieur du préopercule; le canal mandibulaire s'étend parallèlement au bord inférieur de la mandibule, dans le dentaire. Sur le pariétal on observe les « organes en puits » avec les trois branches : antérieure, moyenne et postérieure.

Les nageoires verticales ont un même nombre de rayons externes et internes. Ceux-ci sont représentés par une rangée d'éléments allongés, correspondant sans doute aux portions antérieure et moyenne de ces rayons. Les rayons externes ne sont articulés que dans leur partie distale.

Les nageoires pectorales, plus développées que les pelviennes, ont leurs rayons dermiques articulés et ramifiés à l'extrémité distale seulement. Le rayon antérieur porte des fulcres bien développés. Les nageoires pelviennes dont l'insertion est plus rapprochée de la nageoire anale que la pectorale n'ont également leurs rayons articulés qu'à l'extrémité distale.

Dans toutes ces nageoires les rayons sont beaucoup plus espacés que chez les Paléoniscidés.

La région caudale est inconnue.

Les écailles de la rangée postclaviculaire sont, comme chez les autres Catoptéridés et chez certains Holostéens (*Dapedius*, *Lepidotus*) très développées. Celles de la surface du corps ressemblent beaucoup à celles de *Perleidus*.

Si nous cherchons maintenant à établir les affinités de la forme dont nous venons de donner sommairement les principaux caractères, nous trouvons qu'elle vient se placer sans conteste dans la famille des Catoptéridés. La structure du crâne (présence d'une petite plaque osseuse entre l'opercule et l'interopercule, existence de deux sous-orbitaires) suggère plus particulièrement des affinités avec le genre *Perleidus*, connu du Trias de Lombardie et du Trias du Spitzberg. Un examen comparatif des nageoires parle dans le même sens. A côté de formes aux nageoires articulées comme celles des Paléoniscidés, on trouve dans la famille des Catoptéridés, des types à

nageoires partiellement articulées comme chez les Téléostéens. Dans *Catopterus* et *Dictyopyge* les rayons sont articulés dès la base; dans *Colobodus* les rayons sont également articulés sur toute leur longueur, cependant le premier article est en général nettement plus long que les autres; enfin, dans *Perleidus*, les rayons ne sont articulés et ramifiés qu'à leur extrémité distale. Par la structure des nageoires c'est donc encore de *Perleidus* que se rapproche la forme malgache, et c'est dans ce genre que (provisoirement, à cause de notre ignorance de la région ethmoïdale) nous le placerons.

En résumé, la famille des Catoptéridés, qui, par la structure de son crâne et par le dessin de ses canaux sensoriels, est très voisine des Paléoniscidés, présente, dans ses nageoires, des caractères que l'on retrouve dans les groupes plus élevés : Holostéens et Téléostéens.

Ainsi, sur certains points d'organisation, il y a évolution parallèle entre deux groupes qui, d'autre part, restent nettement distincts par la structure fondamentale du crâne.

PHYSIOLOGIE. — *Variation des échanges respiratoires des Poissons en fonction de la pression barométrique.* Note de M. **Louis Baudin**, présentée par M. Ch. Gravier.

Il résulte de recherches poursuivies pendant un an, à Lausanne et au laboratoire maritime du Collège de France à Concarneau, que le poisson est très sensible aux variations barométriques et que cette sensibilité se mesure par de grandes différences dans ses échanges gazeux et dans son quotient respiratoire.

A Lausanne, les expériences ont porté sur *Carassius auratus*, à Concarneau, sur *Gobius minutus*, *Labrus bergilta*, *Cottus bubalis* et *Blennius gattorugine*.

Le dosage de l'oxygène dans l'eau douce a été fait par la méthode d'Albert Lévy au permanganate et dans l'eau de mer par celle de M. Nicloux (1).

Celui de l'acide carbonique a été fait : dans l'eau douce par précipitation au $BaCl^2$ ammoniacal; dans l'eau de mer, soit par la méthode de M. Nicloux (2), soit par précipitation avec la baryte. A Lausanne, j'ai dosé l'acide carbonique total. A Concarneau, j'ai préalablement décarbonaté l'eau de mer. A 50 litres d'eau, j'ajoute 10^{cm^3} HCl con-

(1) M. Nicloux, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 259.
(2) M. Nicloux, *Bull. Soc. Chim. biol.*, **9**, n° 7, 1927, p. 758.

centré et fais ensuite barboter de l'air pendant 4 à 6 heures; CO^2 combiné est éliminé. Le pH de cette eau, devenu voisin de 4, est ramené à celui de l'eau de mer normal par adjonction d'eau de chaux. L'expérience a montré que les poissons vivent plusieurs semaines dans cette eau et que leurs échanges ne sont pas modifiés. Grâce à ce procédé, la quantité de CO^2 dégagée par la respiration est supérieure à celle qui se trouve dans l'eau au début de l'expérience et son dosage est plus précis.

Le poisson est placé dans un récipient complètement rempli, fermé, avec tube de sûreté, maintenu à une température constante. La durée d'un essai ne doit pas excéder un temps tel que le poisson consomme la moitié de l'oxygène disponible. Les différences entre les quantités initiales et finales de O^2 et de CO^2 mesurent les échanges respiratoires. Les expériences se poursuivent sans arrêt sur plusieurs poissons, observés séparément et simultanément.

Les résultats sont nets et constants. Tant que la pression barométrique est stable, les échanges gazeux ne varient que fort peu. A la température de 18°, un *Cottus* de 15^g a consommé plusieurs jours de suite de 0,82 à $0^{mg},9$ de O^2 et dégagé de 0,58 à $0^{mg},72$ de CO^2 par heure; le quotient a varié entre 0,659 et 0,760.

Dès que le baromètre baisse régulièrement et pendant 24 heures au moins, la consommation d'oxygène diminue quelque peu, le dégagement de CO^2 diminue beaucoup, le quotient devient très bas. Du 9 août à 0^h au 11 à 12^h, le baromètre baisse de 767 à 759^{mm}. Le *Cottus* ci-dessus mentionné diminue sa consommation d'oxygène de 1,04 à $0^{mg},85$, son dégagement de CO^2 de 0,96 à $0^{mg},25$; le quotient passe de 0,960 à 0,291.

Le rétablissement de la pression normale ou l'accommodation à pression basse produisent un effet inverse : faible augmentation de la consommation d'oxygène, fort dégagement de CO^2, quotient considérable. Ainsi, à la suite de la dépression ci-dessus, le baromètre remonte, du 11 à 12^h au 13 à 12^h, de 759 à 761^{mm}. L'oxygène consommé passe de 0,85 à $0^{mg},99$, le CO^2 de 0,25 à $1^{mg},24$ et le quotient de 0,291 à 1,250.

Ces variations ont été observées à chaque dépression barométrique de durée suffisante. Tous les poissons étudiés s'y sont montrés sensibles, les petits plus que les gros. Elles permettent encore les remarques suivantes :

1° C'est moins l'importance d'une dépression que sa durée, qui est efficace.

2° Par un mécanisme inconnu, l'animal rétablit ses échanges normaux même si la pression reste basse.

3° L'influence d'une surpression barométrique est de minime importance relativement à une dépression.

4° Si l'on calcule la moyenne entre les échanges minimes que produit une dépression et les échanges considérables qui lui succèdent, cette moyenne est équivalente à celle des échanges lorsque la pression est stable.

5°, Des expériences nombreuses, dans lesquelles on a soumis des poissons à des pressions et des dépressions artificielles, ont confirmé les observations ci-dessus. Les résultats paraîtront dans un autre recueil.

La séance est levée à $15^h 15^m$.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 22 septembre 1930.)

Note de M. *André Meyer* et Mlle *Suzanne Mathey*, Sur el dosage volumétrique de l'acétone :

Page 491, ligne 11, *au lieu de* 6e série, *Congrès de Chimie industrielle*, *lire* 6e *Congrès de Chimie industrielle*; ligne 17, *au lieu de* méthode de cyano-argentimétrique, *lire* méthode cyano-argentimétrique.

Page 492, ligne 17, *au lieu de*

$$(2SO^4Hg, 3HgO^3), 4C^3H^6O,$$

lire

$$(2SO^4Hg, 3HgO)^3, 4C^3H^6O.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 OCTOBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

La liste nécrologique de l'Académie continue à s'allonger : M. **Paul Wagner**, élu en 1911 Correspondant pour notre section d'Économie rurale, est décédé à Darmstadt le 25 août.

Né en 1843, à Liebenau (Hanovre), il dirigeait depuis 1872 la station agronomique de Darmstadt, à laquelle il avait su donner un remarquable développement. Il avait grandement contribué à rendre pratique l'emploi des scories de déphosphoration et créé dans ce but une méthode précise pour la mesure de leur solubilité. On lui doit aussi des études, poursuivies avec beaucoup de persévérance, sur les essais d'engrais par culture des plantes au laboratoire, complétés par des expériences en plein champ. L'ensemble de ses travaux lui avait assuré une place éminente parmi les agronomes allemands. Son activité scientifique s'est maintenue jusqu'aux derniers jour de sa longue carrière.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau le volume III de l'*Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar*, publiée par A. et G. Grandidier : *Météorologie de Madagascar*, par Charles Poisson.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les certificats phytopathologiques de non-dégénérescence de la Pomme de terre dans l'Amérique du Nord.* Note de M. J. Costantin.

Je préconise, depuis 1922, contre la dégénérescence de la Pomme de terre, l'emploi de tubercules récoltés dans les pays froids ou dans les montagnes [1]. Divers faits, qui paraissent importants et méritant d'être rassemblés, me semblent appuyer l'opinion que je soutiens.

Les cultivateurs de la Floride, voulant remédier à la déchéance très grave de leurs Pommes de terre s'adressent depuis quelques années à des spécialistes de l'État de New-York, qui est situé beaucoup plus au Nord, pour avoir des semences sélectionnées et certifiées non malades d'enroulement ou de mosaïque. Ils jugent utile de faire contrôler, au préalable, l'envoi par une expertise faite sur 200 tubercules expédiés des environs de New-York, pour être inspectés en Floride [Fernow (H. K.)]. La raison de ce double examen est la suivante : la méthode d'arrachage des pieds malades (roguing) ne donne pas la certitude de la purification. La valeur probable des tubercules doit être précisée par des essais *dans des conditions climatériques plus chaudes.* [C'est ce qu'ont mis en lumière nettement MM. Folsom (D.), Schultz (E. S.) et Bonde (R.).] On a trouvé, en Floride, que les frais résultant d'une double inspection sont compensés par les résultats financiers.

Dans la Caroline du Sud, État méridional, on utilise les tubercules de l'Irish-Cobbler certifiés dans le Wisconsin, État très septentrional [Misser (A. M.)].

En 1922, aux États-Unis, on n'envisageait que deux types de dégénérescence dans les inspections phytopathologiques et la limite de tolérance pour 9 États était de 10 pour 100, par exemple pour la mosaïque.

En 1926, les études ayant été beaucoup plus poussées, les inspecteurs tenaient compte de cinq nouveaux cas pathologiques et un seul État tolérait 10 pour 100 de malades; 4 États admettaient 5 pour 100 au plus; 8 États, 3 pour 100; 2 États, 2 pour 100 [Martin (W. D.), *Certification Committee* 1926].

Si l'on compare ces règles de contrôle à celles usitées au Canada, on est frappé des différences. L'inspection organisée depuis 1915 se fait sur une vaste échelle; trente inspecteurs s'occupent de cette besogne. L'inspection s'étend annuellement sur plus de 10000 acres [Tucker (J.)]. En 1923, on tolérait seulement pour l'enroulement 0,81 pour 100 de maladie à la première inspection et 0,42 pour 100 pour la

---

[1] Costantin, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 181.

délivrance du certificat; pour la mosaïque, 2,25 pour 100 au premier examen et 0,62 pour 100 au second [Drayton (F.-L.)].

En 1925, plus de 4500 champs ont été inspectés, 1200 n'ont pas obtenu le certificat, c'est que dans 600 d'entre eux on n'avait pas utilisé des tubercules eux-mêmes certifiés à la plantation : ils étaient disqualifiés par l'extension de la dégénérescence.

En 1925, le pourcentage des plantes malades des champs inspectés dans les différentes provinces du Canada a varié pour l'enroulement de 0 à 0,59 pour 100, pour la mosaïque de 0,14 à 5,7 pour 100 [Patridge (G.)].

Si l'on est plus strict dans l'inspection au Canada qu'aux États-Unis, c'est, selon toute vraisemblance, que les conditions climatériques qui dominent dans ce premier pays, qui a été comparé par Voltaire à « quelques arpents de neige », favorisent cette rigueur.

Malgré les faits généraux qui viennent d'être cités, il ne faudrait pas croire que la dégénérescence intense n'existe pas parfois *localement* au Canada.

L'expérience suivante mérite d'être relatée. Dans la Colombie britannique du Dominion, on a étudié pendant quatre années (1920-1923) *un cas de mosaïque où il y avait* 100 *pour* 100 *de malades*. M. Newton (R. G.) a fait cette observation à la station d'Inverness à 700^{m} *d'altitude :* il a vu progressivement les plantes se rétablir totalement et la récolte remonter jusqu'à la normale. Selon lui, ce résultat tient au climat et non à la sélection. Les plantes qui présentaient l'enroulement n'ont pas réagi ainsi, et c'est par arrachage strict qu'on a pu les purifier. Le fait précédent peut être rapproché d'un autre non expliqué où les semis de tubercules mosaïqués au Canada n'engendraient pas de plantes malades [Murphy (P. A.), 1921]. En Virginie (États-Unis), des cultures d'altitude ont produit des effets semblables [Smith (A.-C.)].

L'étude de cette curieuse question de la mosaïque à 100 pour 100 a été récemment reprise. L'apparition d'une maladie aussi intense tenait à la présence de deux variétés profondément atteintes, introduites par une faute culturale [Woowilliams (G.-E.)]. Il n'en est pas résulté de conséquences graves. Cette innocuité s'explique par un fait déjà signalé en 1921 [Tice (C.)] : dans ces pays à climat rigoureux, la *maladie ne se propage pas*. On peut donc en être maître par arrachage. Il peut cependant y avoir des variantes de climat, même au Canada : à Thunder Bay il n'y a pas de propagation de mosaïque; dans l'Ouest, les symptômes sont même supprimés; ils existent au contraire dans les provinces maritimes (Québec, Ontario); pour l'enroulement, l'extension est plus rapide aux Bermudes (pays chaud) que dans l'île Prince Edward (pays froid) [Murphy (P. A.)].

En résumé, le climat peut agir vraisemblablement : 1° *en limitant l'extension* du mal; 2° en *facilitant la sélection* des individus sains; 3° peut-être *en supprimant la maladie*, réalisant ainsi la vraie cure d'altitude, mais ce point mérite d'être vérifié. Il est possible enfin que l'altitude puisse faire

apparaître une *forme atténuée de la maladie* (mosaïque douce ne réduisant que peu ou pas la récolte).

La nécessité de certificats phytopathologiques s'impose en pays froids ou montagneux.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur l'aurore polaire du 3 septembre et sur son action dans les transmissions radiotélégraphiques.* Note de M. **Paul Helbronner**.

Comme suite à la Communication que j'ai faite à l'Académie, il y a trois semaines, de l'observation d'une aurore polaire dont je fus spectateur sur la côte septentrionale de Norvège, j'ai été amené à provoquer et à recevoir une documentation sur les effets qui ont été constatés en différents postes d'émission et de transmission radioélectriques.

Voici notamment copie de la Note qui m'a été envoyée par la Compagnie Radio-France :

Ce phénomène a sérieusement troublé la propagation des ondes très courtes utilisées pour les communications radiotélégraphiques entre l'Europe et les États-Unis tandis que ces liaisons ont pu être maintenues au moyen d'ondes longues qui n'étaient nullement influencées.

Les procès-verbaux de trafic de la Compagnie Radio-France permettent de suivre les perturbations causées, par l'aurore boréale du 3 septembre, aux ondes très courtes.

Sens *New-York-Paris*. — La station américaine WHR ($22^m,35$) était en service avec Paris depuis 11^h25^m (G. m. t.); de 17^h50^m à 21^h le trafic s'écoula à la vitesse de 80 mots à la minute (les mots de code étant transmis deux fois, les mots de langage clair une fois). A 21^h05^m, le poste commença à s'évanouir. A 21^h10^m, les signaux devinrent illisibles. A partir de ce moment jusqu'au lendemain matin, les stations à ondes courtes américaines ne purent être reçues à Villecresnes (centre de réception de Radio-France).

L'emploi de diverses ondes comprises entre 15 et 20^m n'a pas permis de rétablir la liaison qui a pu être maintenue au moyen d'ondes longues de 15000 et 20000^m.

Normalement, pendant la semaine précédant le 3 septembre et pendant la semaine suivante, à 23^h, WHR était reçu à 80 mots par minute. Il s'évanouissait entre 23^h30^m et 2^h et l'on passait le trafic sur d'autres postes de longueurs d'onde voisines de 40^m qui permettaient également le 80 mots par minute.

En réponse à une demande de renseignements transmise au cours de la nuit, la Compagnie Marconi à Londres fit connaître qu'elle ne pouvait également recevoir aucune station américaine à ondes courtes.

Sens *Paris-New-York*. — La station française utilisée depuis 17^h45^m était Sainte-Assise — FTL ($30^m,15$).

A 20^h47^m tout le trafic avait été transmis à New-York et la station n'avait plus à transmettre que des indications de service.

A 21^h, la vitesse de transmission était de 55 mots par minute.

A $21^h 45^m$, New-York fit réduire la vitesse à 35 mots par minute.

A $21^h 48^m$, New-York signale que les signaux sont illisibles.

A $21^h 50^m$, New-York fait reprendre à 25 mots par minute.

A $21^h 52^m$, New-York déclare qu'à nouveau les signaux sont illisibles. Il ne put ensuite recevoir le poste FTL de toute la nuit.

Normalement ce poste était reçu par New-York dans cette même quinzaine au moins jusqu'à 1^h.

Aucune action sur la propagation des ondes longues ne fut constatée au cours de la nuit. Elles furent utilisées en place des ondes courtes pour la transmission du trafic.

Liaison *Japon-France*. — La liaison était assurée par ondes longues (17240^m), mais à 21^h, la station japonaise à ondes longues étant difficilement reçue, une écoute de ses stations à ondes courtes (16^m à 30^m) fut essayée, mais sans succès. Aucun signal ne fut perçu, alors que normalement ces émissions à ondes courtes étaient reçues au delà de 21^h.

Liaison *France-Japon*. — A 17^h, la station à ondes courtes FQE ($24^m,67$) n'était pas reçue au Japon, contrairement aux conditions habituelles et tout le trafic fut transmis sur ondes longues (19710^m).

Liaison *Beyrouth-Paris*. — A $20^h 10^m$ les ondes courtes émises par Beyrouth étaient illisibles ou non entendues, alors qu'elles étaient ordinairement reçues.

Toutefois à 22^h, la station de Beyrouth put être utilisée à nouveau à 40 mots par minute sur l'onde de 38^m.

Liaison *Paris-Beyrouth*. — Aucun affaiblissement de l'émetteur FTL ($30^m,15$) n'a été signalé par Beyrouth qui le recevait à 25 mots par minute à $22^h 50^m$.

Liaisons avec *Rio de Janeiro et Buenos-Aires*. — Sur les liaisons Europe-Amérique du Sud, on note simplement un affaiblissement des signaux venant d'Amérique du Sud entre 21^h et $21^h 50^m$. Il n'y a eu aucun affaiblissement constaté dans le sens France-Amérique du Sud.

En résumé, on constate :

a. Une action très nette sur la liaison Paris-New-York avec disparition complète des émissions à ondes courtes dans les deux sens pendant toute la nuit.

b. Une action nette sur la liaison France-Japon, mais paraissant débuter plus tôt que sur la liaison Paris-New-York.

c. Aucune action sur les émissions de France à destination de Beyrouth et d'Amérique du Sud.

d. Une action possible sur les émissions reçues de Beyrouth et d'Amérique du Sud, mais limitée à des affaiblissements très passagers.

e. Aucune action sur les ondes longues.

L'influence de l'aurore boréale sur la propagation des ondes très courtes semble s'exercer lorsque ces ondes vont parcourir les hautes régions atmosphériques se trouvant à proximité de celles intéressées par ce phénomène.

Le fait que les ondes longues ne sont pas troublées peut tenir à deux causes : 1° les fréquences mises en jeu par l'aurore boréale ne sont sans doute pas d'un ordre qui puisse se rapprocher de celui qui correspond aux ondes longues; 2° le cheminement

des ondes longues est beaucoup plus superficiel et plus direct que celui des ondes très courtes (15 à 50^m) utilisées pour ces liaisons à grande distance. On a constaté notamment que les obstacles géographiques tels que les chaînes de montagnes interposées sur le grand cercle passant par les deux stations correspondantes jouent un rôle bien plus gênant pour les liaisons sur ondes longues que pour celles utilisant les ondes très courtes.

De cette constatation, en présence d'aurore polaire, de la façon de se comporter différente, d'émissions radiotélégraphiques de longueurs d'onde très écartées, il n'est pas interdit de déduire qu'un jour une méthode d'investigation de la nature, de la fréquence et de la sensibilité des radiations des manifestations de la haute atmosphère pourra être préconisée en fonction d'une variation rapide des signaux émis et reçus au cours de ces phénomènes, qui, en interférant plus ou moins avec ces radiations, serviraient en quelque sorte de pierre de touche. Peut-être ces investigations pourraient-elles même rentrer dans le cadre des recherches que se proposent d'entreprendre certains établissements qui se créent en pays scandinaves spécialement en vue de ces études.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le traitement thermique durcissant des fontes grises*. Note de MM. **Léon Guillet**, **Jean Galibourg** et **Marcel Ballay**.

L'industrie demande, pour diverses applications des fontes dures résistant bien à l'usure et cependant faciles à travailler sur machines-outils. Cette dernière condition ne peut être obtenue avec des fontes devant leur dureté à une teneur élevée en carbone combiné. On est donc conduit à rechercher des fontes grises susceptibles de durcissement après usinage et deux solutions se présentent *a priori* :

1° Les fontes grises à structure austénitique peuvent subir plus ou moins complètement dans certaines conditions la transformation austénite → martensite, par exemple par chauffage prolongé vers 400-600° ou encore par refroidissement dans l'air liquide. Cette transformation est accompagnée d'un durcissement. C'est ainsi qu'une fonte ayant la composition : Ct = 3,24, Si = 1,19, Ni = 7,86, Cu = 5,65, Cr = 1,04, Mn = 1,38, P = 0,067, dont la dureté Brinell est 129 à l'état brut de coulée, atteint une dureté de 252 après chauffage à 500° pendant 330 heures. Ce fait n'a pas reçu d'applications pratiques. Dans les cas étudiés jusqu'ici, un chauf-

fage de courte durée n'augmente très notablement la dureté que pour les fontes austénitiques à basses teneurs en éléments spéciaux voisines des fontes martensitiques; en général ces fontes se travaillent difficilement sur machines-outils.

2° Une solution plus générale et plus souple consiste dans la trempe martensitique des fontes grises, suivie ou non d'un revenu. La trempe des fontes grises ordinaires est assez délicate en raison des températures de trempe, des vitesses de refroidissement nécessaires et de la faible capacité de déformation des fontes. Dans une Note précédente [1], nous avons montré l'influence du manganèse, du silicium et du nickel sur les températures de transformation et la vitesse critique de trempe en soulignant l'action du nickel qui favorise la trempe martensitique tout en agissant comme élément graphitisant. Depuis cette époque, nous avons étudié systématiquement l'influence de la température de trempe sur la dureté, l'influence du revenu sur les propriétés mécaniques des fontes trempées et précisé la position des points de transformation. Nous citerons seulement quelques résultats et conclusions de cette étude qui a porté sur de nombreuses coulées de fontes de compositions très diverses.

Les tableaux suivants donnent la composition chimique et la dureté après trempe dans différentes conditions de quatre fontes contenant des teneurs croissantes en nickel. Les essais ont porté sur des rondelles de 20^{mm} d'épaisseur prélevées dans des jets cylindriques de 45^{mm} de diamètre.

TABLEAU I.

Marques des fontes.	CT.	Mn.	Si.	Ni.	Cr.	S.	P.
A..........	3,38	0,57	2,00	0	0	0,062	0,37
B..........	3,12	0,60	1,46	1,15	0	0,055	0,39
C..........	3,42	1,10	1,80	3,32	0	0,055	0,19
D..........	3,07	0,91	1,70	5,07	0	0,035	0,077

(1) L. GUILLET, J. GALIBOURG et M. BALLAY, *Sur les points critiques et la trempe martensitique des fontes au nickel et au nickel-chrome* (*Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 14).

Tableau II. — *Dureté Brinell.*

Marques des fontes.	Brut de coulée.	Revenu à 650°.	Après trempe à l'huile à						Après trempe à l'air soufflé à						Après trempe à l'air calme à 900°.
			700°.	750°.	800°.	850°.	900°.	950°.	700°.	750°.	800°.	850°.	900°.	950°.	
A....	182	–	–	178	174	226	–	313	–	174	178	172	–	229	–
B....	190	–	–	176	265	325	389	–	–	172	186	201	223	–	–
C....	250	–	238	389	434	365	342	370	244	332	389	377	327	365	353
D(*).	320	240	386	371	347	322	301	–	305	401	347	322	313	–	332

(*) Fonte dure à l'état brut de coulée devant être adoucie par revenu pour l'usinage.

Alors que la fonte A ne trempe qu'après chauffage vers 900° et refroidissement dans l'huile, les fontes B et C trempent énergiquement après chauffage vers 750° et refroidissement à l'air soufflé. Après chauffage à 825°, un refroidissement à l'air calme suffit pour donner à la fonte D la structure martensitique.

Les chiffres ci-dessous ont trait à la fonte D trempée à l'huile après chauffage à 700°. Les revenus, effectués au bain salin jusqu'à 575° et au four électrique pour les températures supérieures, ont duré 30 minutes. Après revenu, les échantillons ont été refroidis à l'air.

Température de revenu.	Dureté Brinell.	Température de revenu.	Dureté Brinell.
20°	386	500°	269
250	357	575	258
300	350	650	218
350	317	725	214
425	285	825	315

La position des points critiques a été déterminée par la méthode thermique différentielle et la méthode dilatométrique avec des vitesses de refroidissement différentes. Nous donnons seulement dans le tableau ci-dessous les résultats obtenus au dilatomètre différentiel Chevenard sur les 4 fontes déjà mentionnées. [Température maximum : 900° atteinte en 50 minutes. Vitesse de refroidissement (dans le four) : 10° par minute dans l'intervalle 700°-300°.]

Marques des fontes.	Températures de transformation.			
	Ac.			
	Début.	Fin.	Ar′.	Ar″.
A.	810	855	765	-
B.	775	825	735	-
C.	735	790	645	175 (peu marqué)
D.	675	775	-	175

On constate donc bien, comme pour les aciers, le dédoublement et le rejet de la transformation.

Les fontes simplement trempées sans revenu sont fragiles et donnent des résistances faibles au cisaillement, à la flexion et à la compression. Un revenu à 300-350°, sans réduire beaucoup leur dureté, les améliore considérablement, donnant par rapport à l'état doux (brut de coulée ou revenu après démoulage) une augmentation de la résistance au cisaillement de l'ordre de 20 pour 100 et une augmentation de résistance à la compression de plus de 25 pour 100 sans diminution de la résistance à la flexion.

Les fontes spéciales traitées semblent devoir convenir particulièrement bien pour les cylindres de moteurs d'automobiles et de motocyclettes très poussés, ou leur chemisage, lorsqu'on veut réduire l'usure et l'ovalisation.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La réaction propre de l'œuf chez* Hyla. *Périvitellin et infécondabilité du matériel vierge hydraté.* Note (¹) de MM. **E. Bataillon** et **Tchou Su**.

On a décrit antérieurement (Bataillon, 1919), sur les œufs de *Rana fusca* mis à nu par le cyanure et *activés*, une consolidation dans l'eau du chorion membraneux, qui rend le matériel réfractaire au suc hépatopancréatique de crustacés au bout de 30 minutes. Les œufs *vierges nus* sont immédiatement cytolysés par ce suc. Il en est de même des œufs activés maintenus dans une solution saline faible (7,4, et même 2 pour 1000 de NaCl), qui inhibe la consolidation. Cette transformation de la membrane choriale a été interprétée par une précipitation, à l'afflux de l'eau, de globulines sorties de l'œuf activé, substances qui sont solubles et diffusibles dans les sels neutres à faible concentration.

Si une élimination analogue se produit sur l'œuf avant la ponte, la réaction sera nécessairement inhibée par le milieu intérieur électrolytique. Or, le périvitellin, rapporté depuis longtemps par Schultze, Hertwig et Van Bambeke aux fluides de la vésicule germinative a commencé de transsuder dès le début des phénomènes polaires. Nous allons constater chez Hyla que cette poussée initiale aboutit sur l'œuf *vierge* immergé dans l'eau à une *membrane moyenne* ayant tous les caractères de la membrane d'activation.

La couche muqueuse comporte deux lames superposées, dont l'externe

---

(¹) Séance du 29 septembre 1930.

est plus épaisse : l'interne plus hyaline recouvre le chorion. C'est à la surface de cette dernière (peut-être déjà différenciée en quelque manière), que se produit dans l'eau une membrane de précipité de plus en plus opaque, de plus en plus consistante. Cette membrane moyenne se voit très bien sur les œufs fécondés, dépouillés par le cyanure de leur mucus extérieur, quand l'embryon s'allonge. C'est une coque vitreuse qui s'ouvre en deux valves hémisphériques assez régulières, sous la pression du liquide accumulé dans l'enveloppe choriale. La couche muqueuse interne (gaine tubaire de Wintrebert et Hope Hibbard) a été liquéfiée suivant les indications de ces deux auteurs. Pénétrable par les spermies après 15 ou 20 minutes d'immersion, l'œuf ne l'est plus après 30 minutes. Dans le sel à 7, à 4, et même à 2 pour 1000, la perméabilité aux spermatozoïdes persiste.

C'est bien cette coque qui, une fois consolidée, ferme la porte aux éléments mâles. On le démontre en l'entaillant ou en la supprimant.

Il vaut mieux s'adresser ici à des œufs vierges ayant passé 3 heures dans le gaz carbonique. La membrane apparaissant dans l'eau comme sur les œufs normaux, la fécondation sera marquée par des piqûres spermatiques multiples. Après 40 minutes, 1 heure, 2 heures, ou même 20 heures d'immersion, nous décortiquons le matériel, et réussissons à enlever la coque sur un tiers des œufs. L'imprégnation donne alors une polyspermie intense partout où la coque est ouverte ou supprimée; là où elle est intacte, il n'y a pas trace de pénétration. Bien entendu, les œufs vierges dégangués par le cyanure *jusqu'au chorion* réagissent comme ceux de grenouille. Par piqûre au sang ou au sperme, ils ont donné des embryons après plus de 24 heures d'immersion.

Notre membrane moyenne résistante tire bien son origine des fluides exsudés de l'œuf. La substance précipitable, diffusible dans la cavité générale imbibe la couche muqueuse interne dans les conduits.

Prélevés sur une femelle tout à l'origine des oviductes, les œufs récemment engagés ne présenteront pas dans l'eau ce processus membranogène (fût-ce après 24 heures), et même si le revêtement muqueux a une lame interne bien limitée. Pourtant les coupes révèlent une exsudation marquée *sous le chorion* par un abondant précipité. Nous sommes au stade de la plage fusoriale.

Pris plus loin dans les conduits, les œufs mis à l'eau différencient leur membrane moyenne. On constate alors que le chorion s'applique contre leur surface, sauf au niveau de l'encoche où s'est isolé le premier globule polaire. Le périvitellin a diffusé imbibant la lame muqueuse interne. *La*

réaction visée ne relève donc, ni du mucus profond, ni de son contact avec le mucus extérieur.

La diffusibilité de la substance membranogène dans le sel peut être prouvée, même sur l'œuf mûr fécondé.

Après un contact de 3 minutes avec le sperme, le matériel passe 6 heures dans le sel à 5 pour 1000, 20 heures dans le sel à 3, 44 heures dans le sel à 2. Au retour à l'eau, la membrane ne se produit plus.

Il y a donc, chez l'œuf d'Hyla fécondé dans l'eau, deux processus membranogènes superposés. Ils relèvent de deux phases successives de perméabilité : l'une spontanée, liée à une charge de CO^2 comme on a pu l'envisager à l'origine de toute mitose embryonnaire; l'autre provoquée et qui exige, après la décharge, la fécondation ou l'activation expérimentale.

La première, qui correspond au début des phénomènes polaires, est difficile à délimiter, les fluides libérés pouvant diffuser dans la cavité générale, et ne se fixant sur la couche muqueuse interne que dans les conduits. La seconde se manifeste à la fécondation, au premier contact de la spermie, et par des signes non équivoques.

Après 8 ou 9 minutes (la traversée de la gangue par l'élément mâle étant assurée en 5 ou 6 minutes), le plasma à grains fins s'est contracté dans la zone polaire où la pigmentation se tasse, fonce et devient *presque noire* sur une calotte réduite de plus des deux tiers. Sur les coupes, ce plasma polaire apparaît comme un cône renversé dans un cratère de vitellus à gros grains. Une nouvelle exsudation est marquée par un précipité limité à la base du cône, où la membrane choriale s'est soulevée et accuse la même basophilie que le précipité lui-même. La figure polaire est inerte; il n'y a pas encore de spermaster.

Après 30 minutes, un relâchement s'est produit; le plasma a récupéré sa distribution, la pigmentation son extension et sa teinte claire initiale.

Le décollement du chorion s'est étendu sur le pourtour de l'œuf où le périvitellin a diffusé. La mitose polaire est en anaphase; le spermater est apparu.

La contraction qui indique la réaction épuratrice est donc ici d'une netteté remarquable. L'onde qui va du pôle animal au pôle végétatif n'a pas la même ampleur que sur l'œuf de Lamproie; mais le tassement du plasma et son relâchement consécutif s'accusent par des mouvements pigmentaires éclatants.

C'est la réponse de l'œuf à toute activation membranogène, réaction *in toto* provoquée ici par la conjonction des gamètes, bien antérieure à

l'orientation qu'elle commande et même à l'épanouissement du spermater.

Ainsi se trouvent définies, chez l'œuf d'Hyla, deux phases successives d'élimination qui préludent l'une et l'autre au rétablissement d'un rythme cinétique suspendu. Dans la fécondation normale, les deux membranogenèses qu'elles conditionnent sont synchronisées par l'afflux de l'eau; mais les deux exsudations correspondantes sont nettement séparées dans le temps.

M. **M. d'Ocagne** fait hommage à l'Académie d'un livre qu'il vient de faire paraître sous le titre : *Hommes et choses de science* (Vuibert, éditeur).

Dans ce livre, l'auteur a tenté de faire revivre les figures de quelques grands mathématiciens français, en mêlant à ces portraits des indications très rapides propres à faire concevoir, sans initiation spéciale, l'importance des progrès introduits dans la science par ces hommes illustres. On rencontre aussi dans ce volume quelques aperçus sur l'histoire de diverses techniques et les derniers perfectionnements que notre époque a apporté à plusieurs d'entre elles, ainsi qu'une étude sur la vie et l'œuvre de Jules Verne, que l'auteur a personnellement fort bien connu.

M. **N. E. Norlund** fait hommage à l'Académie d'un *Rapport sur les travaux géodésiques exécutés de* 1927 *à* 1930 par l'Institut géodésique du Danemark.

NOMINATIONS.

M. **P. Dangeard** est désigné pour représenter l'Académie, le 19 octobre, à l'inauguration de la plaque commémorative et du médaillon posés sur la maison natale de M. *L. Guignard* à Mont-sous-Vaudrey.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le fascicule 1 du volume I des *Science Reports of the Tokyo Bunrika Daigaku*. Section A.

2° *L'Agronomie coloniale et le Muséum National d'Histoire naturelle*, par M. AUG. CHEVALIER. Préface de M. GABRIEL HANOTAUX. (Présenté par L. Mangin.)

3° *Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Congrès du Carbone végétal métropolitain et colonial et Exposition forestière.* Lyon, 1929. (Présenté par M. C. Matignon.)

GÉOMÉTRIE. — *La Géométrie ondulatoire. Ondes et invariants intégraux propagés.* Note [1] de M. **A. BUHL.**

Le mot *onde* est entendu ici au sens de la Mécanique ondulatoire dont l'objet primordial est la comparaison de l'équation (2), conforme au Principe d'Huyghens, avec une équation de Jacobi.

On sait que si l'on considère une famille de surfaces,

$$F(x, y, z, t) = C, \tag{1}$$

on peut imaginer la propagation de la constante C d'une quelconque de ces surfaces à la surface infiniment voisine, avec une vitesse u, conformément à l'équation fondamentale

$$\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2 = \frac{1}{u^2}\left(\frac{\partial F}{\partial t}\right)^2. \tag{2}$$

Si l'on écrit (1) sous la forme

$$F\left(\frac{x}{\tau}, \frac{y}{\tau}, \frac{z}{\tau}, t\right) = C,$$

si l'on résout en τ et si l'on fait $\tau = 1$, on remplace (1) par

$$f(x, y, z, t, C) = 1, \tag{3}$$

avec f homogène du premier ordre en x, y, z. L'équation (2) est alors à remplacer par

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 = \frac{1}{u^2}\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)^2. \tag{4}$$

En posant

$$\frac{1}{u}\frac{\partial f}{\partial t} = \Phi(x, y, z, t, C),$$

---

(1) Séance du 29 septembre 1930.

l'équation (4) peut s'écrire

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2=\Phi^2\left(\frac{x}{f},\frac{y}{f},\frac{z}{f},t,\mathrm{C}\right).$$

Ceci posé, soit une équation

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2=\Psi^2\left(\frac{x}{f},\frac{y}{f},\frac{z}{f}\right),\tag{5}$$

où Ψ est donné arbitrairement. On peut toujours lui faire correspondre une propagation ondulatoire du type précédent. On déterminera une solution de (5) ayant la nature du premier membre de (3), t et C ayant, dans cette intégration, le rôle de deux constantes arbitraires. Cette détermination de f est possible d'une infinité de manières; c'est le problème de l'intégrale complète pour une certaine équation quadratique en x, y, z, p, q. Après l'obtention de (3), on déterminera u par

$$\frac{1}{u}\frac{\partial f}{\partial t}=\Psi(x,y,z).$$

Soit maintenant une surface (S)

$$\mathrm{F}(\mathrm{X},\mathrm{Y},\mathrm{Z})=0 \quad \text{ou} \quad f(\mathrm{X},\mathrm{Y},\mathrm{Z})=1.\tag{6}$$

Le cône O, dS découpe $d\sigma$ sur une surface auxiliaire (σ) et une intégrale

$$\iint_{\mathrm{S}}\theta(\mathrm{X},\mathrm{Y},\mathrm{Z})\,d\mathrm{S}\tag{7}$$

étendue à une cloison S, de (S), s'exprime par l'intégrale *stokienne*

$$\iint_\sigma \theta\left(\frac{x}{f},\frac{y}{f},\frac{z}{f}\right)f^{-3}\left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}(\alpha x+\beta y+\gamma z)\,d\sigma$$

étendue à la cloison σ, de (σ), cloison σ qui est la projection conique de S à partir du centre O.

Or, quand on aura formé, à partir de S,

$$\theta\left(\frac{x}{f},\frac{y}{f},\frac{z}{f}\right)f^{-3}\left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}=\psi(x,y,z)\tag{8}$$

avec ψ nécessairement homogène d'ordre -3, on aura, en (8), une équation du type (5) dont l'intégration permettra de remplacer la seconde équation (6) par une équation

$$f(\mathrm{X},\mathrm{Y},\mathrm{Z},t,\mathrm{C})=1,$$

et ce d'une infinité de manières. Ainsi, à la surface (S), s'associent une infinité de systèmes ondulatoires. *Sur toutes les surfaces d'ondes ainsi obtenues, un cône de sommet* O *découpe des cloisons* S *pour lesquelles l'intégrale* (7) *est invariante.*

Quant à l'intégrale *stokienne* précédente, la formule

$$\int\int_\sigma \frac{\partial N}{\partial z}(\alpha x + \beta y + \gamma z)\, d\sigma = \int_\gamma N(y\, dx - x\, dy)$$

la transforme en une intégrale de ligne étendue au contour γ de σ. Si ce contour est tracé sur la surface d'équation $2N + 1 = 0$, l'intégrale stokienne en litige s'exprime par l'aire plane contenue dans la projection de γ sur Oxy. On revient à l'identité

$$\int\int_A dX\, dY = \int_C X\, dY,$$

base des théories tourbillonnaires, des gravifiques, etc., et qui, on le voit, se met d'elle-même en évidence au début des théories ondulatoires.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les espaces sous-projectifs.*
Note de M. **P. Rachesvky**, transmise par M. Émile Borel.

Un espace sous-projectif est, d'après sa définition même, caractérisé par des propriétés qu'on n'aperçoit que dans un système spécial de coordonnées. Il se pose donc le problème de trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une métrique riemannienne $ds^2 = g_{\alpha\beta}dx^\alpha dx^\beta$, donnée dans un système de coordonnées *arbitraire*, soit sous-projective.

Ces conditions s'expriment en forme tensorielle de la manière suivante :

A. Les composantes du tenseur de courbure s'expriment par la formule

$$R_{kl,ji} = g_{ki}T_{lj} + g_{lj}T_{ki} - g_{li}T_{kj} - g_{kj}T_{li}$$

où

$$T_{lj} = \frac{1}{n-2}R_{lj} - \frac{R}{2(n-2)(n-1)}g_{lj}$$

et

$$R_{lj} = R_{\mu l,j}^{\;\;\;\;\;\mu}, \qquad R = R_{\mu\lambda}g^{\mu\lambda}.$$

A'. En outre, les composantes du tenseur T_{lj} doivent satisfaire aux équations

$$\nabla_m T_{lj} - \nabla_l T_{mj} = 0,$$

∇_m étant le symbole de la dérivation covariante.

B. Enfin, deux champs scalaires $\mathfrak{T}$ et g doivent exister tels que

$$T_{ij} = \mathfrak{T} g_{ij} + \frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial x^i} \frac{\partial g}{\partial x^j}.$$

Pour que cette dernière condition soit satisfaite, le déterminant

$$| T_{ij} - z g_{ij} |,$$

qui est de degré n en z, doit avoir une racine multiple d'ordre $n-1$; cette racine, s'exprimant rationnellement en T_{ij} et g_{ij}, est égale à $\mathfrak{T}$.

Les conditions A, A', B sont nécessaires et suffisantes.

Voici les conséquences immédiates de ce résultat.

a. Il existe une représentation conforme de l'espace sous-projectif sur l'espace euclidien (condition A) pour $n > 3$ et A' pour $n = 3$.

b. Un espace sous-projectif est nécessairement de classe 1 puisque le tenseur

$$b_{ki} = \frac{1}{\sqrt{|2\mathfrak{T}|}} (2\mathfrak{T} g_{ki} + \mathfrak{T}_k g_i)$$

vérifie les équations de Gauss et Codazzi; donc la forme $b_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta$ peut être considérée comme la deuxième forme quadratique d'un espace sous-projectif à n dimensions plongé dans un espace euclidien à $n+1$ dimensions.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les espaces sous-projectifs*. Note de M. **B. Kagan**, transmise par M. Émile Borel.

Un espace projectif est une variété X_n (1) à n dimensions dont les lignes géodésiques s'expriment par des équations linéaires en coordonnées convenablement choisies. En généralisant cette définition nous dirons qu'un espace X_n est *k fois projectif* si l'on peut exprimer ses géodésiques en coordonnées convenablement choisies par des équations parmi lesquelles il y en a k linéaires. Or, si ces conditions sont vérifiées pour un système spécial de coordonnées, il en est de même pour chaque système qu'on obtient du premier par une transformation projective. Nous appellerons donc *projectif* chaque système de coordonnées jouissant de la propriété indiquée. A ce point de vue, l'espace projectif $\mathfrak{T}_n$ est $(n-1)$ fois projectif; l'espace $(n-2)$

(1) Le symbole X_n caractérise une variété à n dimensions pour laquelle on a défini un transport parallèle.

fois projectif y est le plus prochain; les géodésiques d'un tel espace exprimées en coordonnées projectives sont toujours situées dans des variétés linéaires $\mathcal{E}_2$. Le calcul du nombre des paramètres nous montre que ces variétés doivent être assujetties à une condition supplémentaire. Nous allons supposer que toutes ces variétés linéaires passent par un point fixe (le pôle de l'espace); à un certain point de vue cette condition doit être considérée comme la plus naturelle. Or nous dirons qu'un espace X_n est sous-projectif si ses géodésiques exprimées en coordonnées convenablement choisies sont situées dans des variétés linéaires $\mathcal{E}_2$ passant par un point fixe.

Une étude détaillée montre que les composantes du transport parallèle dans un espace sous-projectif s'expriment en coordonnées projectives (x^e) de la manière suivante

$$(1)\qquad \Gamma^l_{ij} = f_{ij}x^l + \delta^l_i p_j + \delta^l_j p_i \qquad \left(\delta^l_i = \begin{matrix} 0 \text{ pour } i \neq l \\ 1 \text{ pour } i = l \end{matrix}\right)$$

où les p_i et f_{ij} sont des quantités qui se conduisent comme des tenseurs par rapport aux transformations affines ($f_{ij} = f_{ji}$).

Cela posé nous allons considérer les espaces sous-projectifs métriques; le problème se réduit à l'intégration du système d'équations différentielles

$$(2)\qquad \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^k} = g_{i\alpha}\Gamma^\alpha_{jk} + g_{j\alpha}\Gamma^\alpha_{ik},$$

les Γ étant définis par la formule (1). Nous avons réussi à résoudre complètement ce problème.

Les conditions d'intégrabilité des équations (2) peuvent se réduire à des identités par rapport aux fonctions inconnues g_{ij} ou bien être vérifiées par certaines valeurs de ces fonctions. Dans le premier cas nous sommes conduits à la vaste classe des espaces sous-projectifs « euclidiens »; le second cas nous amène aux espaces sous-projectifs non euclidiens. Le vecteur p_i en (1) est dans le cas d'un espace métrique toujours un gradient; le vecteur

$$f_i = f_{i\alpha}x^\alpha$$

jouit de la même propriété. C'est pourquoi nous posons

$$p_i = -\frac{\vartheta_i}{\vartheta}, \qquad f_i = -\frac{\varphi_i}{\varphi} \quad (^1),$$
$$\vartheta^2 = \theta, \qquad \varphi^2 = \Phi.$$

(1) Les indices des lettres grecques indiquent la dérivation $\varphi_i = \dfrac{\partial\varphi}{\partial x^i}$.

Les fonctions θ et Φ définies par ces relations jouent un rôle fondamental dans l'étude des espaces sous-projectifs; ces fonctions et le discriminant Δ du tenseur métrique sont liés par la relation

$$\Phi\,\theta^{n+1}\,\Delta = \text{const.}$$

qui prouve que dans les points appartenant à l'une des surfaces $\theta = 0$ ou $\Phi = 0$ le discriminant Δ devient infini. Ainsi ces surfaces jouent par rapport à l'espace subprojectif dans un certain sens le même rôle que l'*absolu* par rapport à l'espace projectif ordinaire.

Dans le cas dc l'espace sous-projectif *euclidien* on peut indiquer trois formes distinctes du tenseur métrique (en coordonnées projectives); la première et la seconde se rapportent au cas où la surface $\theta \equiv \vartheta^2 = 0$ est un double plan,

$$(1) \qquad g_{ik} = \left(\frac{\lambda}{\vartheta}\right)_i \left(\frac{\xi}{\vartheta}\right)_k + \left(\frac{\lambda}{\vartheta}\right)_k \left(\frac{\xi}{\vartheta}\right)_i + \frac{1}{\vartheta}\left(\frac{\nu}{\vartheta}\right)_{ik},$$

λ étant une forme linéaire et ν une forme quadratique en $x^1, \ldots, x^n$;

$$(2) \qquad g_{ik} = \frac{1}{c}\left(\frac{\xi}{\vartheta}\right)_i \left(\frac{\xi}{\vartheta}\right)_k + \frac{1}{\vartheta}\left(\frac{\nu}{\vartheta}\right)_{ik} \qquad (c = \text{const.}),$$

ν étant une forme quadratique en $x^1, \ldots, x^n$. La fonction ξ dans les formules (1) et (2) reste arbitraire. La forme troisième se rapporte au cas où la surface $\theta = 0$ n'est plus un plan

$$(3) \qquad g_{ik} = \frac{\nu}{\vartheta^3}\vartheta_{ik} + \frac{1}{\vartheta}\left(\frac{\nu}{\vartheta}\right)_{ik},$$

où ν est une forme quadratique en $x^1, \ldots, x^n$.

Dans le cas d'un espace sous-projectif *non euclidien* le tenseur métrique se réduit à l'une des deux formes

$$(1) \qquad g_{ik} = i\tau_i\tau_k + \frac{\lambda}{\vartheta}\left(\frac{\nu}{\lambda}\right)_{ik} \qquad (i = \pm 1),$$

λ étant linéaire par rapport aux $x^1, \ldots, x^n$, ν une forme quadratique et τ une fonction arbitraire de $\frac{\lambda}{\vartheta}$;

$$(2) \qquad g_{ik} = \tau_i\tau_k + c\,\frac{\lambda\lambda_{ik}}{\vartheta^2},$$

où λ est la racine carrée d'une forme quadratique, mais n'est plus une forme linéaire, et τ est une fonction arbitraire de $\frac{\lambda}{\vartheta}$.

La surface absolue $\theta = 0$ est arbitraire dans les deux cas.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les espaces sous-projectifs* [1].
Note de M. **H. Chapiro**, transmise par M. Émile Borel.

Considérons un espace sous-projectif métrique rapporté à un système de coordonnées canoniques, c'est-à-dire, à un système (x^k), par rapport auquel les symboles Γ^k_{ij} s'expriment par les formules

$$\Gamma^k_{ij} = f_{ij} x^k, \quad [2].$$

Le discriminant $\Delta = |g_{ij}|$ du tenseur métrique supposé différent de zéro, on peut ramener le ds^2 à l'une des deux formes

$$(1) \qquad ds^2 = e\left(\frac{dx^1}{\varphi}\right)^2 + 2\sum_{h=2}^{n}\left(dx^h - \frac{x^h}{x^1}\,dx^1\right)^2$$

ou

$$e = \pm 1, \qquad e_h = \pm 1 \qquad (h = 2, \ldots, n),$$

$\varphi = \varphi(x^1)$ est une fonction arbitraire de x^1;

$$(2) \qquad ds^2 = \sum_{h=1}^{n} e_h (dx^h)^2 + l\left[\sum_{h=1}^{n} e_h x^h\, dx^h\right]^2,$$

l étant une fonction de $\Sigma e_h (x^h)^2$ $(e_h = \pm 1)$.

Considérons d'abord la forme (2); elle conduit pour $e_1 = \ldots = e_n = 1$ aux espaces qui jouent un rôle important en physique : j'entends la théorie du champ statique à symétrie sphérique (cf. Weyl, *Raum, Zeit, Materie*, 5te Aufl., § 33).

Quant à la forme (1), on peut la ramener au moyen d'une transformation simple à la forme

$$ds^2 = k^2 \sum_{h=1}^{n} e_h (dz^h)^2,$$

où le coefficient k^2 ne dépend que de z^1. Les coordonnées $z^1, \ldots, z^n$ ne sont plus canoniques; dans ce système de coordonnées les géodésiques sont

(1) Cf. la Communication ci-dessus de M. Kagan, p. 548.

(2) M. Rachevsky a montré qu'il existe toujours un système de coordonnées jouissant de cette propriété.

situées dans des variétés linéaires $\mathcal{E}_2$ dont les équations ne dépendent pas de z^1 (¹).

Les formules (1) et (2) permettent de réaliser tout espace sous-projectif par une variété V_n de l'espace euclidien à $n+1$ dimensions. Les composantes f_{ij} (cf. la formule pour Γ^k_{ij}) sont alors proportionnelles aux coefficients de la deuxième forme fondamentale.

D'autre part, on peut introduire au moyen des f_{ij} une métrique nouvelle, en posant

$$d\sigma^2 = f_{\alpha\beta}\, dx^\alpha\, dx^\beta.$$

On peut démontrer que cette métrique est encore sous-projective et d'ailleurs du même type [(1) ou (2)] que la première. Les coordonnées covariantes du point par rapport au tenseur métrique f_{ij} sont proportionnelles aux coordonnées covariantes du même point par rapport à la métrique initiale. Si la métrique nouvelle coïncide (à un facteur constant près) avec la métrique initiale, on obtient un espace projectif $\mathcal{P}_n$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations intégrales linéaires.* Note de M. V. **Romanovsky**, transmise par M. Émile Borel.

Les recherches sur les chaînes continues de Markoff m'ont conduit à une classe d'équations intégrales linéaires dont les propriétés les plus importantes sont exposées dans cette Note.

Ces équations sont

$$u(x, y) = f(x, y) + \lambda \int_a^b u(t, x)\, \varphi(t, x, y)\, dt, \tag{1}$$

$$u(x, y) = \lambda \int_a^b u(t, x)\, \varphi(t, x, y)\, dt, \tag{2}$$

où $f(x, y)$ et $\varphi(t, x, y)$ sont des fonctions données et $u(x, y)$ une fonction inconnue. Nous supposerons que f et φ sont continues pour x, y, t contenus dans l'intervalle fini (a, b).

(¹) Si, en général, le ds^2 d'un espace de Riemann s'exprime par la formule

$$ds^2 = k^2 \Sigma e_h (dz^h)^2 \qquad (e_h = \pm 1),$$

où k^2 ne dépend que de $z^1, \ldots, z^k$, les géodésiques sont situées dans des variétés linéaires $\mathcal{E}_{k+1}$ dont les équations ne dépendent pas de $z^1, \ldots, z^k$.

La théorie de ces équations est pareille à celle des équations de Fredholm mais plus compliquée. Elle repose sur les faits suivants :

I. Soit $f(x, y) \not\equiv 0$. Alors on peut démontrer que la seule solution continue de (1) est

$$(3)\quad u(x,y) = f(x,y) + \lambda\int_a^b f(t,x)\,\varphi(t,x,y) + \lambda^2\int_a^b\int_a^b f(s,t)\frac{D\begin{pmatrix} x, y \\ s, t \end{vmatrix}\lambda\Big)}{D(\lambda)}\,ds\,dt,$$

qui est valable pour tous λ n'annulant pas $D(\lambda)$ et où

$$(4)\qquad D(\lambda) = \sum_{\rho=0}^{\infty}\frac{(-\lambda)^\rho}{\rho!}A_\rho, \qquad D\left(\begin{matrix} x, y \\ s, s \end{matrix}\middle|\lambda\right) = \sum_{\rho=0}^{\infty}\frac{(-\lambda)^\rho}{\rho!}\Phi_\rho\begin{pmatrix} s, t \\ x, y \end{pmatrix};$$

$$(5)\quad A_0 = 1, \qquad A_1 = \int_a^b \varphi(t,t,t)\,dt, \qquad A_{\rho+1} = A_1 A_\rho - \rho\int_a^b\int_a^b \Phi_{\rho-1}\begin{pmatrix} x, y \\ x, y \end{pmatrix}dx\,dy;$$

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &\Phi_0\begin{pmatrix} s, t \\ x, y \end{pmatrix} = \varphi(s,t,x)\,\varphi(t,x,y), \\ &\Phi_\rho\begin{pmatrix} s, t \\ x, y \end{pmatrix} = A_\rho\,\Phi_0\begin{pmatrix} s, t \\ x, y \end{pmatrix} - \rho\int_a^b \varphi(s,t,\theta)\,\Phi_{\rho-1}\begin{pmatrix} t, \theta \\ x, y \end{pmatrix}d\theta \\ &\qquad\qquad (\rho = 0, 1, 2, \ldots). \end{aligned}\right.$$

Les séries (4) et (5) qui définissent le déterminant et son mineur du premier ordre des équations (1) et (2) sont entières en λ. La seconde de ces séries est absolument et uniformément convergente en x, y, s, t contenues dans (a, b) quand λ reste fini. Les A_ρ et $\Phi_\rho\begin{pmatrix} s, t \\ x, y \end{pmatrix}$ peuvent être définis à l'aide de certains déterminants, mais ces déterminants sont beaucoup plus compliqués que dans le cas de Fredholm.

II. On a les relations

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &D\left(\begin{matrix} x, y \\ s, t \end{matrix}\middle|\lambda\right) = \varphi_0(s,t,x,y)\,D(\lambda) + \lambda\int_a^b \varphi(s,t,\theta)\,D\left(\begin{matrix} x, y \\ t, \theta \end{matrix}\middle|\lambda\right)d\theta, \\ &D\left(\begin{matrix} x, y \\ s, t \end{matrix}\middle|\lambda\right) = \varphi_0(s,t,x,y)\,D(\lambda) + \lambda\int_a^b D\left(\begin{matrix} \theta, x \\ s, t \end{matrix}\middle|\lambda\right)\varphi(\theta,x,y)\,d\theta, \end{aligned}\right.$$

où

$$\varphi_0(s,t,x,y) = \varphi(s,t,x)\,\varphi(t,x,y).$$

III. Les mineurs d'ordres supérieurs de $D(\lambda)$ sont définis par les égalités

$$(8)\qquad D\left(\begin{matrix} x_1, y_1, \ldots, x_k, y_k \\ s_1, t_1, \ldots, s_k, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right) = \sum_{\rho=0}^{\infty}\frac{(-\lambda)^\rho}{\rho!}\Phi_\rho\begin{pmatrix} s_1, t_1, \ldots, s_k, t_k \\ x_1, y_1, \ldots, x_k, y_k \end{pmatrix}$$

et

$$(9)\quad \Phi_\rho\begin{pmatrix} s_1, & t_1, & \ldots, & s_k, & t_k \\ x_1, & y_1, & \ldots, & x_k, & y_k \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^{k} (-1)^{i-1} \varphi_0(s_1, t_1, x_i, y_i)\, \Phi_\rho\begin{pmatrix} s_2, & t_2, & \ldots, & s_k, & t_k \\ x_1, & y_1, & \ldots, & x_k, & y_k \end{pmatrix}_{(x_i, y_i)}$$
$$-\rho\int_a^b \varphi(s_1, t_1, t)\, \Phi_{\rho-1}\begin{pmatrix} t_1, & t; & s_2, & t_2, & \ldots, & s_k, & t_k \\ x_1, & y_1; & x_2, & y_2, & \ldots, & x_k, & y_k \end{pmatrix} dt,$$

où (x_i, y_i) à côté de Φ_ρ signifie qu'on doit omettre les arguments x_i, y_i dans Φ_ρ. On peut encore calculer Φ_ρ à l'aide d'une autre relation pareille à (9) où x_i, y_i et s_i, t_i sont permutés. Les (8) ($k = 1, 2, 3, \ldots$) sont entières en λ et absolument et uniformément convergentes en x_i, y_i, s_i, t_i contenus dans (a, b) pour tous λ finis.

IV. Les mineurs (8) satisfont aux relations

$$(10)\quad D\left(\begin{matrix} x_1, y_1, \ldots, x_k, y_k \\ s_1, t_1, \ldots, s_k, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right) = \sum_{i=1}^{k} (-1)^{i-1} \varphi_0(s_1, t_1, x_i, y_i)\, D\left(\begin{matrix} x_1, y_1, \ldots, x_k, y_k \\ s_2, t_2, \ldots, s_k, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right)_{(x_i, y_i)}$$
$$+\lambda\int_a^b \varphi(s_1, t_1, t)\, D\left(\begin{matrix} x_1, y_1; x_2, y_2, \ldots, x_k, y_k \\ t_1, t; s_2, t_2, \ldots, s_k, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right) dt,$$

$$(11)\quad D\left(\begin{matrix} x_1, y_1; \ldots; x_k, y_k \\ s_1, t_1; \ldots; s_k, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right)$$
$$= \sum_{i=1}^{k} (-1)^{i-2} \varphi_0(s_i, t_i, x_1, y_2)\, D\left(\begin{matrix} x_2, y_2; \ldots; x_k, y_k \\ s_1, t_1; \ldots; s_k, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right)_{(s_i, t_i)}$$
$$+\lambda\int_a^b D\left(\begin{matrix} t, x_1; x_2, y_2; \ldots; x_k, y_k \\ s_1, t_1; s_2, t_2; \ldots; s_k, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right) \varphi(t, x_1, y_1)\, dt.$$

V. Pour les dérivées de $D(\lambda)$ on a les relations

$$-D'(\lambda) = A_1 D(\lambda) + \lambda\int_a^b\int_a^b D\left(\begin{matrix} x, y \\ x, y \end{matrix}\middle|\lambda\right) dx\, dy,$$
$$D''(\lambda) = A_2 D(\lambda) + 2A_1\lambda\int_a^b\int_a^b D\left(\begin{matrix} x, y \\ x, y \end{matrix}\middle|\lambda\right) dx\, dy$$
$$-2\lambda\int_a^b\int_a^b\int_a^b \varphi(x, y, t)\, D\left(\begin{matrix} x, y \\ y, t \end{matrix}\middle|\lambda\right) dx\, dy\, dt$$
$$+\lambda^2\int_a^b\int_a^b\int_a^b\int_a^b D\left(\begin{matrix} x, y; u, v \\ x, y; u, v \end{matrix}\middle|\lambda\right),$$

. . . .

$$(-1)^k D^{(k)}(\lambda) = A_k D(\lambda) + k A_{k-1}\lambda\int_a^b D\left(\begin{matrix} x, y \\ x, y \end{matrix}\middle|\lambda\right) dx\, dy - \ldots$$
$$+\lambda^k\int_a^b \ldots \int_a^b D\left(\begin{matrix} x_1, y_1; \ldots; x_k, y_k \\ x_1, y_1; \ldots; x_k, y_k \end{matrix}\middle|\lambda\right) dx_1\, dy_1 \ldots dx_k\, dy_k.$$

VI. Si $u(x, y)$ est une solution de (2), elle le sera aussi pour l'équation

$$u(x, y) = \lambda^2 \int_a^b \int_a^b u(t, \theta)\, \omega(t, \theta, x, y)\, dt\, d\theta,$$

où

$$\omega(t, \theta, x, y) = \varphi_0(t, \theta, x, y) - \psi(t, \theta, x, y) + \lambda \int_a^b \varphi(t, \theta, s)\, \psi(\theta, s, x, y)\, ds,$$

$\psi(t, \theta, x, y)$ étant une fonction arbitraire.

I donne une extension du premier théorème fondamental de Fredholm à l'équation (1).

L'extension de deux autres théorèmes fondamentaux de Fredholm aux équations (1) et (2) découle facilement des numéros II à VI, ainsi que des nombreuses propriétés des solutions de ces équations. Une application de l'équation (2) aux chaînes biconnexes continues de Markoff sera donnée dans une Note suivante.

CINÉMATIQUE. — *Cinématique des éléments de lignes et de surfaces d'égale cote appliquée à la Météorologie.* Note [1] de M. **Mezin**, transmise par M. G. Ferrié.

Soit une ligne d'égale cote $f(x, y, t) = constante$ de la fonction $f(x, y, t)$ des coordonnées rectangulaires planes et du temps. Considérons un élément déterminé de cette ligne; nous allons calculer en fonction de dérivées partielles de f les éléments cinématiques du déplacement *normal* de cet élément.

En plaçant l'axe des x normalement à l'élément de ligne, l'équation différentielle de la ligne de cote

$$\frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy + \frac{\partial f}{\partial t} dt = 0$$

se réduit, pour cet élément, à

$$(1) \qquad \frac{dx}{dt} = \frac{\frac{\partial f}{\partial t}}{-\frac{\partial f}{\partial x}}.$$

(1) Séance du 15 septembre 1930.

Cette équation montre que la vitesse de déplacement de l'élément de ligne est égale au rapport de la vitesse de variation de f au gradient de cette même fonction au point et à l'instant considérés.

Par dérivation de l'équation (1), on trouve l'accélération tangente à la trajectoire de l'élément

$$(2)\qquad \frac{d^2x}{dt^2}=\frac{1}{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^3}\cdot\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x\,\partial t} & \frac{\partial f}{\partial t} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x\,\partial t} & \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} & \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial t} & \frac{\partial f}{\partial x} & 0 \end{vmatrix}.$$

Il est facile aussi de trouver l'accélération Γ_n normale à la trajectoire de l'élément considéré

$$(3)\qquad \Gamma_n=\frac{\frac{\partial f}{\partial t}\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x\,\partial y}\,\frac{\partial f}{\partial t}-\frac{\partial^2 f}{\partial y\,\partial t}\,\frac{\partial f}{\partial x}\right)}{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^3}.$$

Dans le cas des surfaces d'égale cote de la fonction (x, y, z, t), on retrouve identiquement les mêmes formules pour la vitesse, l'accélération tangentielle et l'accélération selon la normale principale à la trajeetoire d'un élément de surface d'égale cote, en prenant l'axe des x perpendiculaire à cet élément et l'axe des y selon la normale principale à la trajectoire.

Les résultats précédents permettent d'étudier les déplacements et les déformations des lignes et des surfaces d'égale cote.

Considérons maintenant les maxima et minima autour desquels se groupent les lignes ou surfaces d'égale cote. Leurs cotes et leurs emplacements varient avec le temps. Soient M la cote de l'un d'eux à l'instant t et x la direction de son déplacement. On a

$$\frac{dM}{dt}=\frac{\partial M}{\partial t}+\frac{\partial M}{\partial x}\,\frac{dx}{dt}.$$

Si M est réellement extremum, $\frac{\partial M}{\partial x}=0$ èt il reste

$$(4)\qquad \frac{dM}{dt}=\frac{\partial M}{\partial t}.$$

La vitesse de variation d'une cote extremum est donc la même dans l'espace que localement.

Les résultats précédents sont évidemment applicables aux différentes

lignes et surfaces d'égale cote que l'on trouve en météorologie, telles que les isobares et les isallobares. On peut encore les utiliser dans le cas des discontinuités météorologiques (fronts de l'École norvégienne), en posant $f = p - p'$, p et p' étant les champs de pression de chaque côté de la discontinuité de la pression $f = 0$ sur la discontinuité.

En pratique, pour étudier les phénomènes de l'ordre de grandeur de ceux qui sont intéressants pour la prévision du temps, on remplacera les termes différentiels par des termes finis, ce qui aura l'avantage de diminuer la part relative des phénomènes de petite envergure et de rendre généralement les extrapolations plus correctes.

Par exemple, la formule (1) appliquée dans le plan à une discontinuité s'écrira

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\frac{\Delta p}{\Delta t} - \frac{\Delta p'}{\Delta t}}{-\frac{\Delta p}{\Delta x} + \frac{\Delta p'}{\Delta x}}, \tag{5}$$

le numérateur du second nombre étant pris égal à la différence des vitesses de variation de la pression (ou pratiquement des tendances multipliées par un coefficient convenable, si la vitesse n'est pas trop considérable) en deux points voisins situés de part et d'autre de la discontinuité et sur une même normale à celle-ci, et le dénominateur représentant la différence des gradients moyens de pression correspondants [1].

ACOUSTIQUE. — *Orgue électrique*. Note de MM. **E. Coupleux** et **Givelet**, présentée par M. G. Ferrié.

On sait qu'il est possible d'obtenir des sons musicaux au moyen de lampes triodes connectées à des circuits doués de self-induction et de capacité, et reliées à des écouteurs téléphoniques ou à des haut-parleurs qui transforment les oscillations électriques en vibrations acoustiques.

Dans ce but, deux méthodes peuvent être employées : la méthode des interférences, et la méthode directe. La première, séduisante au premier

---

[1] La valeur de la vitesse normale d'un front ainsi trouvée par application immédiate d'une formule générale de cinématique élémentaire est identique à celle que M. Giao a établie par une autre voie. [La Mécanique différentielle du front et du champ isallobarique (*Mémorial de l'Office national météorologique*, n° 20, 1929, p. 41).]

abord, présente l'inconvénient d'une grande instabilité : une variation de 1 pour 100, par exemple, dans la fréquence des oscillations d'une des triodes peut entraîner une variation de 25 pour 100 (c'est-à-dire d'une tierce) ou même davantage, dans la hauteur des sons résultant du battement. Cette méthode ne semble donc pas convenir aux instruments polyphoniques où le moindre déréglage rend les accords faux et insupportables. Il paraît donc nécessaire, pour ces instruments, de recourir à la seconde méthode, qui consiste à produire directement les oscillations musicales au moyen d'une seule triode. Il convient toutefois de choisir une triode à forte résistance interne pour obtenir une stabilité suffisante.

Dans la formule qui donne la fréquence des oscillations en fonction des caractéristiques électriques d'une triode et des circuits qui lui sont connectés, il existe un terme $\frac{R}{\rho}$ où R représente la résistance du circuit oscillant, et ρ celle de la lampe. Si la lampe est très résistante, ce terme devient négligeable et disparaît. Il ne subsiste plus aucun paramètre relatif à la lampe et les fréquences sont indépendantes de l'état de cette lampe, ce qui assure une grande stabilité.

Lorsqu'on se propose de réaliser la polyphonie, c'est-à-dire des accords, on se heurte à une réelle difficulté provenant des interférences entre certaines notes et les harmoniques d'autres notes; par exemple, le second harmonique de l'*ut* a la même fréquence que le *sol* de l'octave supérieure. Si, par suite d'un léger désaccord, ces fréquences viennent à différer d'une quantité très faible, il y a interférence entre ces deux fréquences et production de battements qui se traduisent par des bourdonnements antimusicaux. Ces battements pourraient être évités en employant la gamme exacte des physiciens dans laquelle les fréquences sont proportionnelles aux rapports numériques simples : $1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}$, parce qu'alors les notes des octaves supérieures possèdent rigoureusement la même fréquence que les harmoniques des notes des octaves inférieures, mais, à cause de la nécessité d'introduire des demi-tons, on est amené à employer la gamme tempérée qui comprend, par octave, douze notes dont les fréquences sont exprimées par des nombres incommensurables proportionnels aux termes d'une progression géométrique ayant pour raison $\sqrt[12]{2}$.

Il est alors impossible d'éviter les battements entre les harmoniques supérieurs des notes graves (qui sont en rapports numériques simples avec ces notes) et les notes élevées qui (à part les octaves) sont en rapports incommensurables avec les autres notes; mais on peut les réduire à presque

rien en produisant les notes au moyen d'oscillations à peu près sinusoïdales et dénuées d'harmoniques et en étouffant le très léger battement qui subsiste par un filtre électrique de faible impédance pour la fréquence musicale et de très forte impédance pour la fréquence très basse du battement.

Les timbres qui résultent de la superposition des harmoniques à l'oscillation fondamentale peuvent s'obtenir de deux façons : on peut superposer les oscillations sinusoïdales provenant de plusieurs triodes, mais cette méthode exige un trop grand nombre de lampes, elle ne convient donc qu'à des registres spéciaux comprenant peu de notes, comme ceux qui imitent les trompettes. On peut aussi déformer une oscillation sinusoïdale en l'appliquant à la grille d'une lampe amplificatrice polarisée, de façon à faire travailler cette lampe dans les régions incurvées de sa caractéristique. On obtient ainsi des harmoniques que l'on filtre en disposant, entre la lampe amplificatrice et le haut-parleur, des circuits comportant des inductances et des capacités convenablement choisies. On obtient ainsi des timbres de violoncelle, hautbois, flûte, clarinette, etc.

Il est possible de régler l'attaque des sons suivant la valeur des constantes de temps des circuits employés. On obtient ainsi des jeux liés, détachés ou piqués, tout en attaquant toujours les touches du clavier de la même façon.

Le trémolo peut s'obtenir de diverses manières, notamment en introduisant dans la grille d'une des lampes amplificatrices un condensateur shunté par une forte résistance : les charges et décharges du condensateur font varier périodiquement le potentiel de la grille à une allure assez lente pour produire, sur les oscillations musicales, une sorte de modulation qui donne l'effet du trémolo.

Des combinaisons spéciales de circuits provoquées par le jeu même des touches permettent d'utiliser les mêmes lampes pour différentes notes; c'est ainsi qu'un orgue à deux claviers à main et à un pédalier, ne possède que quinze triodes oscillatrices, tout en pouvant donner 108 notes susceptibles d'être groupées suivant tous les accords usités en musique.

Par rapport aux orgues ordinaires, les avantages sont les suivants :

Réduction considérable de l'encombrement par suite de la suppression des tuyaux et de la soufflerie (avantage capital pour les notes graves).

Absence totale d'inertie, ce qui permet d'exécuter les morceaux les plus rapides et de passer instantanément du *fortissimo* au *pianissimo* à peine perceptible.

Possibilité de répartir les sons dans toutes les parties d'un édifice, d'utiliser les résonances propres de certaines voûtes, d'obtenir des échos, etc.

Possibilité de créer des timbres nouveaux et d'une grande pureté, d'obtenir des voix chantantes formées de sons parfaitement liés, etc.

On voit que ces nouveaux procédés paraissent appelés à ouvrir, d'ici peu, des voies nouvelles à la réalisation des orgues.

THERMODYNAMIQUE. — *Pression de vapeur saturante du lithium.* Note de M. A. **Bogros**, présentée par M. Cotton.

De nouvelles mesures de la pression de vapeur du lithium, effectuées au moyen de la méthode que j'ai décrite dans ma précédente Note ([1]), ont donné les résultats suivants :

Température	459°.	470°.	490°.
Pression en baryes	1,3	2,2	3

L'ensemble des résultats obtenus peut être assez bien représenté par la formule

$$\log p_{mm} = \frac{-6173}{T} + 5,44$$

où p représente la mesure de la pression en millimètres de mercure. Cette formule est valable entre 450° et 575°.

J'ai indiqué dans ma précédente Note comment pouvait se manifester dans ces expériences l'existence de deux isotopes du lithium. Il n'est pas sans intérêt de faire observer qu'il serait possible d'en opérer la séparation en utilisant les jets atomiques, par une méthode qui a déjà été employée par Stern ([2]) pour la mesure directe des vitesses moléculaires et par Costa, Smyth et Compton ([3]) pour la vérification directe de la loi de répartition des vitesses. Le principe de cette méthode consiste à utiliser la dispersion dans l'espace, au cours de leur mouvement, d'un paquet d'atomes primitivement très voisins et animés de vitesses parallèles mais de grandeurs différentes. Si on les reçoit sur une plaque perpendiculaire à la direction commune de leurs vitesses et se déplaçant elle-même dans son plan avec une

---

([1]) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 322. Le coefficient numérique qui figure dans la formule (2) de ladite Note est légèrement inexact par suite d'une erreur de transcription. Sa valeur est de 76,6 au lieu de 77,5. Cette erreur n'affecte d'ailleurs pas les résultats numériques indiqués.

([2]) O. Stern, *Zs. f. Phys.*, **2**, 1920, p. 49; **3**, 1920, p. 417.

([3]) I.-L. Costa, H.-D. Smyth et K.-T. Compton, *Phys. Rev.*, **30**, 1927, p. 349.

vitesse suffisamment grande, les points d'impact des atomes de vitesses différentes sont différents, les atomes les plus rapides venant les premiers frapper la plaque.

Or, si la vapeur d'où proviennent les atomes est un mélange de deux isotopes, les atomes légers auront en moyenne une vitesse plus grande, et le calcul montre que, quel que soit le rapport des nombres des atomes des deux espèces présents dans la vapeur, si l'on considère dans le jet atomique les atomes dont les vitesses sont supérieures à une certaine limite v, le rapport du nombre des atomes lourds au nombre des atomes légers tend vers zéro quand v croît indéfiniment. Si donc on ne recueille que les atomes qui ont frappé la plaque en deçà du point correspondant à la vitesse v, on obtiendra un mélange où la proportion de l'isotope léger pourra théoriquement être aussi grande que l'on voudra, et cela au moyen d'une seule opération.

RADIODIFFUSION. — *Radiodiffusion en France de l'atterrissage des aviateurs Costes et Bellonte aux États-Unis.* Note de M. **Charles Platrier**, présentée par M. L. Lecornu.

J'ai eu à organiser la radiodiffusion en France de l'atterrissage des aviateurs Costes et Bellonte aux États-Unis le 2 septembre, au terme de leur traversée de l'océan Atlantique de l'Est à l'Ouest. Il n'est sans doute pas sans intérêt de noter les moyens qui ont été employés pour effectuer pour la première fois en France avec clarté et puissance la transmission de la parole à une aussi longue distance.

La difficulté principale qui s'est présentée résultait de l'indétermination de l'heure d'arrivée des aviateurs et de la nécessité où se trouvait la Compagnie française de Radiophonie d'assurer la liaison dans de bonnes conditions en toutes circonstances.

C'est pourquoi la réception directe d'une des 76 stations américaines qui ont radiodiffusé pour leur propre compte l'arrivée des aviateurs ne pouvait être envisagée en raison de son caractère trop aléatoire. Il n'en était pas de même de la liaison radiotéléphonique transcontinentale à ondes courtes dirigées sur New-York-Londres. Cette liaison est en effet assurée par trois émetteurs et trois récepteurs de chaque côté de l'Océan, chacun de ces émetteurs travaillant sur une longueur d'onde particulière, de sorte que, selon l'heure du jour, il est toujours possible de choisir la longueur d'onde

la plus favorable. De plus les aériens de ces émetteurs sont constitués par des réseaux d'antennes qui jouent le rôle de projecteurs électromagnétiques et concentrent l'énergie rayonnée dans une direction privilégiée, ce qui contribue à donner à ce genre de liaison une sûreté exceptionnelle. D'ailleurs l'ancienne liaison par ondes longues non dirigées de Rocky Point à Cupar et de Rugby à Houlton — elle date de 1927 — est toujours prête à entrer en service et à parer à toute défaillance.

La liaison fut assurée par un des émetteurs de Lawrenceville, dans l'État de New-Jersey, sur 32^{m} de longueur d'onde avec une puissance antenne de 15 kilowatts. Le récepteur était situé à Baldock près de Londres. Le courant modulé venant du microphone installé sur l'aérodrome de Curtiss Field, et devant lequel quatre speakers se relayaient, était acheminé d'une part, par câbles, aux 76 stations américaines du réseau de la National Broadcasting Company, d'autre part à l'émetteur de Lawrenceville.

Après avoir franchi l'Atlantique l'émission de Lawrenceville était reçue par la station de Baldock, d'où le courant modulé était envoyé à Londres et à Paris par câble spécial. Une dérivation directe prise sur ce câble alimentait les amplificateurs de Radio-Paris. A la sortie de ceux-ci le courant était envoyé dans quatre directions :

1° Au poste d'émission de Radio-Paris à Clichy;

2° Aux postes d'État de l'École supérieure des P. T. T. et de la Tour Eiffel;

3° Aux haut-parleurs installés sur le toit de l'hôtel de l'Automobile Club, place de la Concorde;

4° Enfin au Théâtrophone.

On estime ainsi que la description de l'atterrissage des aviateurs et les paroles qu'ils ont prononcées devant le microphone ont été entendues par les 50000 personnes qui stationnaient place de la Concorde, par les 600000 auditeurs de Radio-Paris, enfin par les 12 à 15 millions d'auditeurs des stations de la National Broadcasting Company.

PHOTOMÉTRIE. — *De l'influence du révélateur sur les propriétés d'une plaque photographique.* Note de M. **Nicolas G. Perrakis**, transmise par M. Ernest Esclangon.

L'influence du développement sur les qualités d'un négatif est considérable; elle est aussi assez complexe. En effet, le développement d'une

plaque dépend, non seulement de la nature du révélateur employé, mais aussi du temps de développement, et souvent d'autres facteurs de moindre importance, telle que la température du révélateur, etc.

Dans un premier essai, utilisant deux révélateurs A et B, de composition chimique très différente, et maintenant, autant que possible, invariables toutes les autres conditions d'expérience (éclairement, mode d'obtention du cliché, temps de pose et de développement, ...), je me suis borné à l'étude de la seule action du révélateur.

Pour ce travail j'ai choisi la plaque « Ilford special rapid panchromatic », très répandue parmi les astronomes, dont j'ai étudié par la même occasion les propriétés. Je ne reviendrai pas ici sur la technique utilisée, celle-ci ayant été décrite antérieurement ([1]).

Voici, en résumé, les résultats de ce travail.

I. La courbe densité-longueur d'onde de la plaque Ilford présente deux maxima bien marqués, situés, l'un, vers 6430 Å, l'autre, vers 4750. D'ailleurs la densité, maximum pour $\lambda = 6430$ Å, décroît lentement dans tout l'intervalle (λ 6430,5950), de sorte qu'on peut considérer cet intervalle de longueur d'onde, large de 500 Å, comme la bande de grande sensibilité de cette plaque; celle, d'une étendue de 100 Å environ, située dans le bleu, étant de bien moins grande importance.

En effet, la valeur de la densité, au maximum de sensibilité de cette dernière bande (λ 4750), est quatre fois plus faible qu'au milieu (λ 6250) de la bande de grande sensibilité.

Quant à l'influence du révélateur sur les courbes densité-longueur d'onde, elle est très sensible et se traduit, pour chaque longueur d'onde, par une diminution de la densité. lorsqu'on passe du révélateur A au révélateur B. Toutefois, le changement de révélateur n'apporte aucune modification appréciable dans l'allure des courbes, laquelle est du reste peu compliquée.

II. Des isochromes densité-log. éclairement j'ai déduit pour chacun de ces deux clichés, obtenus, au révélateur près, dans des conditions identiques, le gamma (γ), ou facteur de contraste, dont la variation en fonction de λ est traduite par le tableau ci-après :

([1]) N. PERRAKIS, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1493.

Longueur d'onde λ.	Facteur de contraste γ. Révél. A.	Révél. B.	Différence $[\Delta\gamma]_B^A = \gamma_A - \gamma_B$.
Å			
4000	0,89	0,55	+0,34
4200	1,44	1,09	+0,35
4400	1,80	1,67	+0,13
4600	2,00	2,13	—0,13
4800	2,12	2,35	—0,23
5000	2,19	2,31	—0,12
5200	2,22	2,50	—0,28
5400	2,36	2,70	—0,34
5600	2,47	2,89	—0,42
5800	2,65	2,96	—0,31
6000	2,94	3,00	—0,06
6200	2,97	2,94	+0,03
6300	2,95	3,12	—0,17
6400	2,94	3,30	—0,36
6500	3,28	3,26	+0,02
6600	3,82	2,75	+1,07
6700	4,36	2,32	+2,04
6800	4,37	2,94	+1,43
6900	3,54	2,58	+0,96
7000	2,81	2,35	+0,46
7200	1,82	1,35	+0,47
7400	1,20	0,50	+0,70

Les nombres de la quatrième colonne de ce tableau donnent une représentation numérique de l'influence du révélateur sur le facteur de contraste, influence dont on peut avoir le signe et la valeur pour chaque longueur d'onde du spectre, si l'on représente graphiquement la relation $\Delta\gamma = f(\lambda)$.

En résumé, lorsqu'on passe du révélateur A au révélateur B, le γ décroît dans tout l'intervalle (λ 4000, 4400), puis, à partir de 4500 Å, il croît presque sans interruption, jusqu'au voisinage de la longueur d'onde 6500, à partir de laquelle il recommence à décroître fortement.

Les résultats mettent bien en évidence l'influence exercée par le révélateur sur le facteur de contraste d'une plaque photographique et montrent que cette action est assez grande pour qu'elle puisse être mesurée avec précision.

SPECTROSCOPIE. — *L'effet Raman dans les liquides doués de pouvoir rotatoire.* Note de M. **A. Kastler**, présentée par M. A. Cotton.

Il était intéressant de rechercher si l'asymétrie moléculaire peut se manifester dans les spectres Raman des substances optiquement actives, en vertu du principe de Curie. A cet effet j'ai étudié en lumière naturelle et en lumière circulaire les spectres Raman de telles substances, spectres obtenus en analysant la lumière diffusée à angle droit du faisceau incident [1].

1° *Spectres Raman de deux inverses optiques en lumière naturelle incidente.* — La lumière naturelle peut être considérée comme un mélange de lumières circulaires droite et gauche, de même intensité et sans cohérence de phase; il en résulte qu'une molécule dextrogyre et une molécule lévogyre du même composé doivent fournir des spectres Raman identiques et de même intensité, les raies correspondantes pouvant différer au plus par leur état de polarisation circulaire. J'ai vérifié cette conclusion en juxtaposant sur une même plaque les spectres Raman du pinène gauche et du pinène droit [2]. Les deux spectres Raman se sont révélés comme absolument identiques.

Dans une Note parue dans *Nature* (125, 1930, n° 3146, p. 237), Bhagavantam et Venkateswaran ont annoncé l'existence de différences d'intensité entre les raies Raman de deux inverses optiques (pinène gauche et droit) éclairés en lumière naturelle. Ce résultat, difficilement conciliable avec le principe de Curie, doit être attribué sans doute à des impuretés.

2° *Spectres Raman des inverses optiques en lumière circulaire incidente.* — Lorsqu'on éclaire avec de la lumière circulaire, gauche par exemple, les deux isomères lévogyre et dextrogyre d'une substance, les conditions de la diffusion ne sont plus symétriques. On peut s'attendre à ce que cette dissymétrie se révèle dans les spectres Raman. L'expérience réalisée avec les deux antipodes du pinène n'a cependant révélé aucune différence sensible.

3° *Spectres Raman d'une substance optiquement active éclairée : a. en*

---

(1) La technique utilisée est celle qui est décrite par M. Daure dans les *Annales de Physique*, 12, 1929, p. 375.

(2) Tous les produits utilisés ont été mis à ma disposition par M. G. Dupont et sont chimiquement purs. Nous nous sommes assurés de leur pureté par la mesure de leurs dispersions rotatoires. Les spectres Raman des pinènes utilisés ne contenaient d'ailleurs aucune trace des raies caractéristiques du nopinène.

lumière circulaire gauche; b. en lumière circulaire droite. — Au lieu de remplacer le corps ganche par le corps droit, il revient au même, au point de vue des symétries, de modifier d'un spectre à l'autre le sens de rotation de la lumière circulaire incidente. J'ai comparé par ce procédé les spectres Raman du pinène gauche, du nopinène et du limonène sans trouver aucune différence entre les spectres *a* et *b* juxtaposés.

4° *Analyse circulaire des raies Raman d'une substance douée de pouvoir rotatoire.* — En éclairant une substance optiquement active par de la lumière naturelle on peut s'attendre à trouver dans les raies Raman une composante circulaire prépondérante.

L'analyse circulaire de la lumière diffusée permettrait de déceler une telle dissymétrie. J'ai constaté ici encore que rien n'est changé dans les spectres Raman du pinène et du limonène lorsqu'on transforme l'analyseur circulaire droit en analyseur circulaire gauche.

Conclusion. — L'asymétrie moléculaire qui se révèle dans la transmission de la lumière (pouvoir rotatoire) et dans son absorption (dichroïsme circulaire) ne semble pas se manifester dans les spectres de diffusion Raman. Ce résultat négatif n'infirme évidemment pas le principe de Curie qui ne précise que les conditions nécessaires, mais non suffisantes, pour créer une dissymétrie. On peut se demander pourquoi ces conditions ne sont pas suffisantes. Pour qu'une molécule puisse imprimer sa dissymétrie à la lumière, il faut que le mécanisme d'interaction entre molécule et lumière fasse intervenir en bloc les quatre liaisons du carbone asymétrique. On sait aussi que l'émission et l'absorption de lumière polarisée circulairement sont liées à une variation du nombre quantique azimutal (quantum de rotation, variation du moment cinétique de la molécule).

Or, dans l'effet Raman, aucune de ces conditions ne semble satisfaite. On attribue la production d'une raie Raman à la variation d'un quantum de vibration intéressant seulement une liaison locale entre deux atomes de la molécule. Mais comme les raies Raman possèdent probablement une structure fine due à l'intervention des quanta de rotation de la molécule, on peut espérer que la dissymétrie que nous cherchons se manifeste peut-être dans la structure fine des raies Raman.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les pentaborates alcalins*. Note [1] de MM. **A.-P. Rollet** et **L. Andrès**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Cette Note concerne les pentaborates des métaux du groupe de potassium.

Le sel de potassium $5B^2O^3.K^2O.8H^2O$ est connu depuis longtemps; il a été très peu étudié; celui de rubidium a été préparé pour la première fois par Rosenheim et Leyser [2], mais ces auteurs ont commis une erreur sur l'eau de cristallisation et ont indiqué la formule $5B^2O^3.Rb^2O.10H^2O$. Nous avons préparé à notre tour ce borate et l'analyse nous a montré qu'il s'agit bien d'un corps cristallisant avec 8^{mol} d'eau. Nous avons pu obtenir des prismes ayant tout près de 1^{cm} de dimension. La forme (système orthorhombique) est identique à celle du borate correspondant de potassium.

Enfin nous avons préparé le pentaborate de cæsium et l'analyse nous a donné la formule $5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$.

Ces trois pentaborates alcalins ont donc des formules identiques. Ils cristallisent tous trois dans le système orthorhombique. La solubilité dans l'eau décroît du potassium au cæsium :

t.	5°.	18°.	30°.	45°.
gr. $5B^2O^3.K^2O.8H^2O/100^gH^2O$......	2,40	3,66	5,31	8,16
gr. $5B^2O^3.Rb^2O.8H^2O/100^gH^2O$.....	2,17	3,35	4,76	7,86
gr. $5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O/100^gH^2O$.....	2,14	3,00	4,51	7,35

Nous avons étudié la déshydratation du pentaborate de potassium par la méthode classique qui consiste à chauffer le corps, à température constante, dans un courant d'azote humide, et à contrôler en fonction du temps la perte de poids.

Sous la pression partielle de vapeur d'eau de 14^{mm} de mercure, le départ d'eau se produit vers 107°, mais est extrêmement lent. A 150° le corps perd en quelques heures 70 à 73 pour 100 de son eau, la déshydratation ne semble pas aller plus loin. A 170° on peut très lentement dépasser 75 pour 100. A 190° on atteint péniblement 87 pour 100 et il faut chauffer vers 250° pour arriver à déshydrater complètement le produit.

Ces résultats, bien que ne permettant aucune conclusion nette, peuvent

---

(1) Séance du 11 août 1930.

(2) Rosenheim et Leyser, *Z. anorg. Chem.*, 119, 1921, p. 20.

à la rigueur laisser supposer l'existence d'un composé intermédiaire : $5B^2O^3.K^2O.2H^2O$. Rosenheim et Leyser [1] ont en effet constaté que le pentaborate de potassium perd facilement les 6/8 de son eau. Ces deux auteurs admettent que les deux molécules d'eau restantes sont de l'eau de constitution.

M. Winterer a étudié la déshydratation des pentaborates au moyen de l'appareil de MM. Hackspill et Stempfel [2]. D'après les courbes enregistrées, la déshydratation paraît se produire d'une façon bien régulière et l'étape $5B^2O^3M^2O.2H^2O$ n'est pas mise en évidence sur la courbe.

Nous avons entrepris aussi de déterminer si dans le système binaire : pentaborate alcalin-eau, il est possible de mettre en évidence une phase solide de formule : $5B^2O^3.M^2O.2H^2O$. Comme le pentaborate de cæsium se déshydrate dès 70° selon M. Kieffer [3] contre 90° pour le sel de rubidium, nous nous sommes donc adressés au pentaborate de cæsium pour rechercher dans la courbe de solubilité un point de transition éventuel.

La solubilité (gr. $5B^2O^2.Cs^2O$ dans 100^g H^2O) est indiquée dans le tableau suivant :

— 0°,36(±0°,01) (eutectique)	1,71
+ 5°	1,75
18°	2,43
30°	3,64
45°	5,90
60°	9,14
75°	13,68
80°	15,97
93°	24,17
93°,6	24,6
99°,1	28,65
99°,5	29,15
101°,6	30,6

Nous avons analysé le corps déposé à différentes températures et débarrassé le plus possible d'eau mère; la composition nous a montré qu'il s'agissait du borate à $8H^2O$. La courbe de solubilité est parfaitement régulière depuis l'eutectique : glace — $5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$, jusqu'au point d'ébulli-

(1) *Loc. cit.*

(2) Chauffage du corps à étudier dans une enceinte close et vide et enregistrement photographique de la pression en fonction de la température (*C. R. du VIIIe Congrès de Chimie industrielle*, 1928, p. 151.

(3) KIEFFER, *Thèse Strasbourg*, 1930.

tion sous la pression atmosphérique normale de la solution saturée : 102°,0 (± 0°,05). Le borate à $8H^2O$ est donc la seule phase solide dans cette région du système.

L'existence de pentaborates à $2H^2O$ nous paraît en définitive discutable. Nous comptons cependant rechercher un point de transition éventuel au-dessus du point d'ébullition par l'étude de la tension de vapeur des solutions.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension du faciès littoral du Dévonien supérieur et sur la paléogéographie de l'Indochine du Nord.* Note de MM. **J. Fromaget** et **J. H. Hoffet.**

Nous avons rencontré du Dévonien supérieur à faciès littoral en deux points. Le premier près de la limite sud de la feuille de Vinh ($x = 115^G,905$; $y = 19^G,122$). Des grès ferrugineux contiennent : *Spirifer ziczac* Roemer, *Actinopteria subdecussata* Hall et un pygidium de *Daechenella* sp. du Frasnien. Le second point se trouve à la limite nord de la feuille de Hué près de Ban Loum Poun ($x = 115^G,122$; $y = 18^G,941$). Le faciès est gréso-schisteux, à *Daechenella* sp. et *Spirifer ziczac* Roemer; il supporte des calcaires dinantiens à *Syringopora ramulosa* Goldfuss; son substratum est inconnu. Cette découverte entraîne une légère modification dans le tracé de la partie extrême sud-ouest de la carte géologique de Vinh. Par suite de l'absence de fossiles et de l'identité des faciès du Dévonien et du Moscovien, la chaîne de collines la plus à l'ouest de l'anticlinal du Nam Hin Boun avait été considérée comme anthracolithique; elle est en partie dévonienne. Dans les deux localités précitées le Dévonien est néritique et indique la proximité d'un rivage, ce caractère littoral est accusé par la présence d'éléments de roches éruptives (tourmaline, mica), nous nous trouvons donc sur le bord sud-ouest d'un bras de mer venant du Nord-Ouest, et montrant sa plus grande profondeur dans le Nord Annam. Ces dépôts néritiques se seraient formés aux dépens d'un môle placé à l'Ouest, la Laosia (1) paléozoïque. De l'ensemble des observations faites sur le Dévonien en Indochine et au Yunnan, on peut y distinguer trois zones de sédimentation :

A. Une zone de bordure à dépôts gréseux et schisteux que nous venons

(1) J. Fromaget, *Note préliminaire sur la stratigraphie des formations secondaires, etc.* (*Bull. Serv. Géol. Indochine*, 18, v, p. 14).

de voir, elle contient surtout des Brachiopodes, des Anthozoaires et des Lamellibranches. On la connaît : 1° à la limite occidentale de la Cordillère annamitique (*sensu stricto*) entre le sud du Tran Ninh et My Duc (sur la côte d'Annam); 2° dans la région moyenne de la Rivière Noire (Tonkin); 3° à la montagne de l'Éléphant près de Haïphong (Tonkin); 4° dans la vallée du Pa Ta Ho (Yunnan oriental).

B. Une zone intermédiaire. Ses dépôts, surtout néritiques, sont calcaires et calcareo-schisteux et renferment des Brachiopodes et des Anthozoaires. On la connaît: 1° le long de la Cordillère annamitique, en Annam; 2° à l'est de Cao Bang, au Tonkin; 3° au Yunnan, à l'est du faciès A.

C. La troisième zone est axiale, et en général plus profonde, ses dépôts sont surtout schisteux, mais avec des calcaires. La faune se compose de Brachiopodes, de Ptéropodes, de Céphalopodes (Yunnam) et de Trilobites. On la connaît : 1° sur l'emplacement de la Cordillère annamitique, en Annam; 2° près de Thanh Hoa (Nord Annam); 3° près de Laichau, de Van Yen et de Cao Bang au Tonkin; 4° au Yunnan dans la vallée supérieure du Nam Ti. Notons en outre que ce faciès profond repose le plus souvent sur des formations siluriennes.

Si l'on porte ces résultats sur une carte, en tenant compte des faciès, nous reconnaissons l'existence dans le nord de l'Indochine d'une grande dépression marine, golfe ou géosynclinal, venant du Nord; elle est séparée en deux parties, par une dorsale cristalline constituée par le massif de la Haute Rivière Noire et du Haut Song Chay, ainsi que par les petits affleurements de gneiss du delta du Fleuve Rouge. Certaines parties de cette dorsale ont pu être immergées au Dévonien. La limite sud de cette mer est indiquée par le bord nord de la Laosia; quant à sa limite nord elle est moins connue et devait passer au nord-est du massif du Haut Song Chay. A l'Ouest, cette mer paraît avoir été en relation avec deux dépressions, l'une dans la région de Pak Lay (Laos) où des calcaires à Stromatopores ont été trouvés, et l'autre dans les États Shans en Birmanie où le Dévonien constitue une part des « Plateau limestone ».

Les affinités des faunes dévoniennes de l'Indochine sont non seulement avec le S'sé Tch'ouan (Chine), la Bohême et les pays rhénans, mais encore avec l'Amérique, ce qui implique une communication permanente, avec l'Europe par la bordure septentrionale du massif thibétain, et avec l'Amérique par une dépression située peut-être au nord de l'île de Hainan.

Essai de synchronisation des assises dévoniennes dans l'Indochine du Nord et au Yunnan oriental.

Laosia.	Cordillère annamitique (*Sensu Stricto*) y compris sa bordure sud.	Nord Annam et Tonkin.	Yunnan oriental.
Grès et schistes à *Spirifer ziczac* de B. Loum Poum.	Grès à *Spirifer ziczac* de My Duc.	Grès à *Spirifer* Rhynchonelles et Anthozoaires et couches à *Mytilares muongthensis* de Muong The.	Calcaires et grès de Poshi à *Spirifer mesacostalis*. Calcschistes de Si Tche Yi à *Atrypa aspera, A. desquamata*.
?	Calcaires marmorisés à Anthozoaires des environs de My Duc.	Quartzites, calcaires et schistes sans fossiles des environs d'Haïphong. Calcaires à polypiers de Ban Hom.	Grès et schistes à végétaux, de Poshi et de Si Eul. Bonebeds à écailles de Poissons, des environs de Si Eul. Calcaires à *Spirifer ziczac*, mut. *Bourgeoisi*.
?	?	Marnes de Ban Hom à Lamellibranches et Gastéropodes.	
?	Couches de passage au Dinantien. Grès gén. sans fossiles. Calcaires et schistes à *Atrypa desquamata*.	Calcaires griottes (est de Cao Bang).	Schistes et calcschistes à *Spirifer pachyrhynchus*, *Schyzoporis striatula* et *Atrypa desquamata*, des environs de Poshi.
?	Calcaires et calcschistes à Anthozoaires et *Stringocephalus Burtini*.	Calcaires à *Stringocephalus Burtini*. Calcaires noirs à Stromatopores. Schistes à *Spirifer speciosus* des environs de Ha Lang.	Calcaires et calcschistes à Anthozoaires et *Stringocephalu Burtini* des environs de Posh et de Si Tche Yi.
?	Calcschistes à *Spiricarinatus*.	Schistes à *Spirifer aculeatus* (couches de Bong Son).	?
?	Calcaires avec lits schisteux.	Couches de passage au Dinantien. Schistes à *Spirifer ziczac* ptéropodes et Anthozoaires de Pa Pei.	Calcaires blancs avec rares crinoïdes.
?	Lydiennes. Schistes à ptéropodes. Schistes à calcéoles.	Schistes à *Spirifer speciosus* var. *tonkinensis*, *Calymene maloungkaensis* du Song Nho Que et de Yen Lac.	Calcaires à *Atrypa reticularis*, Anthozoaires et Crinoïdes de Tche Tsouen. Schistes noirs à *Cyathophyllum bathycalyx* du col de Mi-Lati.
?	Schistes à *Spirifer* (cf. *metuens*).	Schistes à *Spirifer aculeatus* et *Chnetes Zeilli* de Na Mau.	Schistes et Grauwackes à *Spirifer speciosus* var. *tonkinensis* et *Orthocerus pseudocalamiteum* des environs de Tche Tsouen. Calcaires et schistes sans fossiles.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de granites post-liasiques en Cochinchine et dans le Sud-Annam.* Note de M. **E. Saurin**.

Les granites présentent une grande extension dans le Sud-Annam et la Cochinchine orientale. Ils y jouent un rôle important dans la structure des chaînes qui bordent la mer de Chine. Mais ces granites ne sont jamais auréolés de terrains métamorphiques anciens, gneiss ou micaschistes; d'autre part, les types de granite acides, à deux micas, précisément associés à des formations cristallophylliennes et faisant partie de vieux socles antécambriens ou cambriens dans l'Indochine du Nord, ne se trouvent pas dans cette partie de l'Indochine méridionale. L'absence en surface de ces granites anciens en est l'un des caractères structuraux les plus importants.

Dans l'Indochine du Nord, on connaît encore des granites d'âge anthracolithique, formant, au point de vue pétrographique une série allant de granites francs à de véritables monzonites. Dans le Sud-Annam, des granites de cette époque existent aussi; d'une façon générale, ils jalonnent des axes anticlinaux et, dans les chaînes au nord de Nhatrang, ils forment la base d'écailles vers le Nord-Ouest.

Mais, en outre, de nombreux massifs ou dykes granitiques de la Cochinchine et du Sud-Annam sont d'âge secondaire, plus précisément post-liasique. Au point de vue pétrographique, l'étude des premiers matériaux recueillis permet de définir ainsi ces granites récents. Ils comprennent des granites francs à orthose, plagioclases et biotite peu abondante, associés à des microgranites et micropegmatites probablement filoniens; et surtout, des granodiorites et des diorites quartzifères avec microdiorites quartziques; ces derniers types contiennent peu ou pas de feldspaths potassiques, mais beaucoup de feldspaths calcosodiques (andésine et oligoclase-andésine, celui-ci dominant), le quartz est toujours présent, le mica est toujours de la biotite, généralement très abondante; ils présentent assez souvent de l'amphibole (hornblende), plus rarement du pyroxène (augite), et, comme minéraux accessoires, de l'apatite et du sphène. Au point de vue tectonique, on peut remarquer que ces granites ne sont jamais écrasés, alors que des structures cataclastiques se rencontrent dans les granites anthracolithiques de la même région. L'étude des contacts entre couches schisto-gréseuses liasiques et granites permet de dater ces derniers et de conclure pour beaucoup d'entre eux, à l'âge récent de leur intrusion.

Si l'on suit vers le Nord-Est et vers l'Est les schistes toarciens avec intercalations gréseuses de Trian (province de Bienhoa, Cochinchine), bien datés par *Grammoceras Lantenoisi* Mansuy, on les voit venir en contact au Nord-Est, près de Tan-Linh (province de Phanthiet, Annam) avec le granite du Nui Gian qui les a métamorphisés (schistes tachetés, puis, au contact, schistes à chiastolithe); à l'Est, ces couches schistogréseuses, recouvertes localement par les nappes basaltiques de Xuan-Loc et de Tuc-Trung, reparaissent sous celles-ci dans les vallées du Donnaï et de la Lagna; au pont de la Lagna (route coloniale n° 14) elles contiennent des débris végétaux et notamment des bois fossiles (*Araucarioxylon*), et, peu après, à Dinh Quan (province de Bienhoa), elles sont également métamorphisées par un petit massif granitique.

Au nord de la région étudiée, dans la province de Khanh-Hoa (Annam), le synclinal schisto-gréseux où coule le Song Cay de Nhatrang et qui se continue vers Ninh-Hoa en direction W-E fournit des observations semblables. Aux environs de Ninh-Hoa les couches qui le constituent contiennent des *Araucarioxylon;* elles sont métamorphisées, à l'ouest de cette ville par le granite du Hon Mata, à l'Est par celui des monts Hon Héo, et, près de Khanh-Xuan, par celui du Hon Giu.

En de nombreux autres points du Sud-Annam méridional, des formations schisto-gréseuses identiques qui doivent, quoique sans fossiles, être classées dans le Lias pour des raisons stratigraphiques, sont également métamorphisées par les massifs granitiques avec lesquels elles viennent en contact. Au sud-ouest de Djiring (Haut-Donnai), les schistes du pays Mâ sont métamorphisés par le granite formant la base de la chaîne de Blao; de même les schistes qui entourent le culot granitique du Nui Co Nhy, près Phu Lac (15^{km}, nord-ouest de Phantiet). Ces quelques exemples sont pris sur le versant sud du complexe montagneux qui forme l'ossature centrale du Sud-Annam. Sur son versant nord, on peut faire des observations semblables. Aux confins des provinces du Haut-Donnai et du Darlac, la grande chaîne granitique du Poui Ra se présente au milieu d'un synclinal schisteux; au nord comme au sud de la chaîne, les schistes sont métamorphisés à son contact; dans la vallée du Krong Kno, on peut même observer des lentilles de schistes transformées en cornéennes enclavées dans le granite. Dans la vallée du Krong Boun (haute Srépock), Krong Hana (moyenne Srépock), les schistes secondaires sont métamorphisées par le granite de la chaîne du Dlé Pui qui la limite au Sud, et, à Buon Choah par exemple, par des dykes moins importants, isolés au milieu de la formation liasique.

En résumé, les affleurements de granites secondaires se présentent selon deux dispositions principales : 1° Ils bordent des massifs anticlinaux antéliasiques, selon la direction de ceux-ci. Souvent ils suivent ainsi les lignes de contact entre rhyolites et formation schisto-gréseuse liasique; 2° ils jalonnent, sous forme de chaînes continues ou de dykes isolés, des axes de synclinaux schisto-gréseux liasiques. La chaîne du Poui Ra, plus haut citée, fournit un exemple de cette disposition : à la base de ses deux versants, les couches secondaires métamorphisées pendent vers le granite. Cette disposition vient à l'appui de l'hypothèse émise par M. Lugeon, selon laquelle les venues granitiques seraient dues à la transformation en profondeur, de l'énergie mécanique des plissements en énergie thermique.

La présence de granites récents est générale en Cochinchine et Sud-Annam. On peut toutefois signaler comme régions où ils présentent une particulière extension : 1° la zone littorale du Sud-Annam, entre Ninh-Hoa et Baria; 2° la Cochinchine orientale (province de Bienhoa); 3° le Darlac méridional (haute et moyenne vallée du Krong Kno et de la Srépock). Ces régions correspondent précisément à des bordures de massifs où les formations antéliasiques jouent un rôle important en même temps qu'à des aires synclinales formées de sédiments liasiques.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la vascularisation intra-nucellaire des Trigonospermales.* Note de M. **A. Loubière**, présentée par M. Costantin.

Les graines ptéridospermes, largement distribuées dans les terrains paléozoïques, viennent maintenant se répartir, d'après les caractères tirés du mode d'attache nucellaire, dans les trois grandes séries suivantes : les *Lagénostomales*, à nucelle inférieur, comparables à ce point de vue aux Cycadées récentes; les *Trigonospermales*, à nucelle semi-inférieur, rappelant ainsi les Cardiospermales; enfin, les *Leptotestales* (1), à nucelle supérieur, sans analogues jusqu'à présent dans le monde végétal éteint.

Dans ces groupements, les modes d'insertions nucellaires sont liés à toute la structure de la graine et, en particulier, à la distribution du tissu conducteur.

Les Trigonospermales, par leur nervation, semblent être les plus intéres-

(1) A. Loubière, *Étude anatomique et comparée du* Leptotesta Grand'Euryi *gen. nov. sp. nov., graine silicifiée du* Pecopteris Pluckeneti Schlotheim (*Rev. Gén. de Botanique*, 41, 1929, p. 593-605).

santes. Les nombreux genres qu'elles comprennent sont tous fondés jusqu'ici sur des spécimens provenant des calcédoines stéphaniennes de Grand'Croix. Toutes ces graines radiospermiques possèdent un système vasculaire intranucellaire, qui offre à considérer deux principaux types :

a. La vascularisation coléospermienne. — Dans le *Coleospermum* gen. nov., excellent exemple de Radiospermées, le faisceau chalazien est remarquablement grêle dans sa traversée du tégument, qui est ici réduit, comme d'ailleurs dans bon nombre d'autres graines anthracolithiques, à l'enveloppe interne et dure : le sclérotesta. Après avoir pénétré ensuite dans le fond du nucelle, le cordon principal s'épanouit, sous le centre de la mégaspore, en un large disque trachéal. Ce dernier se relève sur les bords, puis se prolonge en haut pour venir se terminer brusquement sous le dôme nucellaire, au niveau du plancher de la chambre pollinique. La base de ce réceptacle est ainsi constituée par la membrane du sac embryonnaire, tendue horizontalement.

Le faisceau chalazien fournit donc une gaine trachéale entourant latéralement la mégaspore, mais qui fait corps seulement avec celle-ci dans sa moitié supérieure. Cette gaine, dont l'épaississement est surtout considérable vers le haut, diminue graduellement vers le bas. Elle est libre latéralement d'avec l'épiderme nucellaire, comme l'est celui-ci d'avec le sclérotesta. Au point de vue histologique les éléments qui la composent sont du type spiralé.

On connaît aussi la vascularisation coléospermienne dans d'autres Trigonospermales, notamment, dans le *Stephanospermum* Bgt. L'étui trachéal est ici très mince. Il enveloppe le sac embryonnaire dans toute sa totalité et reste adhérent non seulement à sa membrane, mais aussi à la paroi du mégasporange. De plus, il est formé de vaisseaux spiralés et scalariformes. Enfin, au niveau du plancher de la cavité pollinique, dans lequel il s'étend, il s'élève en doublant la paroi du dôme, mais ne se continue pas jusqu'au sommet.

En définitive, la vascularisation coléospermienne, richement développée au voisinage immédiat de la chambre pollinique, est *discontinue* (*Coleospermum*) ou *continue* (*Stephanospermum*). Ne serait-elle pas une adaptation aux exigences de la zoïdiogamie ?

b. La vascularisation trigonospermienne. — Dans ce deuxième type, le cordon principal est d'ordinaire très fourni. Après avoir traversé successivement les enveloppes tégumentaires et la paroi du mégasporange, il émet également, entre celui-ci et le sac embryonnaire, un disque chalazien. Ce dernier engendre plusieurs faisceaux secondaires distincts qui montent jus-

qu'au sommet le long de la membrane du sac (*Trigonospermum pusillum*, *Pachytesta gigantea*, etc.) ou qui passent dans le plancher du réceptacle pollinique (*Polylophospermum*). Dans d'autres cas, le cordon donne une cupule qui embrasse la partie inférieure de la mégaspore; mais plus haut les bords ne tardent pas à se diviser en un assez grand nombre de branches longitudinales qui peuvent rester simples (*Aetheotesta elliptica*) ou être reliées entre elles par des anastomoses transversales (*Trigonospermum Parkinsoni*).

La vascularisation trigonospermienne est donc caractérisée par des bandes longitudinales définies. Cet appauvrissement du tissu conducteur, qui est devenu si marqué dans les graines modernes, n'aurait-il pas déterminé la siphonogamie dans le phénomène intime de la fécondation ?

Ces deux modes de vascularisation, reconnus dans les Trigonospermales, permettent maintenant de les classer en deux grands groupes : les Coléospermées et les Trigonospermées. L'appareil vasculaire interne est simple dans les premières, il est généralement accompagné d'un système externe ou tégumentaire dans les secondes.

La distribution intra-nucellaire du tissu conducteur paraît être constante dans les Trigonospermales, comme aussi dans les Cardiospermales. Or, cet important caractère anatomique les éloigne des Lagénostomales et des Leptotestales. Dans toutes ces Ptéridospermes en effet, la pénétration du faisceau chalazien ne se produit jamais dans le mégasporange, comme cela a lieu dans les Angiospermes et les Gymnospermes.

Par leurs modes d'insertion nucellaire, d'une part, et de vascularisation interne, d'autre part, les Trigonospermales et les Cardiospermales semblent avoir des rapports très étroits. Mais celles-ci, généralement platyspermiques, sont construites suivant le plan cordaïtéen. Leurs faisceaux internes, au nombre de deux et symétrique par rapport à un plan, les séparent de tous les autres groupements. Par contre, dans les Trigonospermales le tissu conducteur est symétrique par rapport à un axe.

Ainsi donc la vascularisation intra-nucellaire à symétrie axiale est un caractère propre aux Trigonospermales. Ses deux principaux types nous conduisent à distinguer dans cette série deux grandes sections : les *Trigonospermées* et les *Coléospermées*.

BOTANIQUE. — *Existence d'une zone de végétation inédite sur le littoral du Massif armoricain : la zone à* Caloplaca marina *Weddell*. Note (1) de M. **Ad. Davy de Virville**, transmise par M. L. Mangin.

On sait que les végétaux inférieurs : Algues ou Lichens qui croissent sur le littoral, dans la zone intercotidale ou un peu au-dessus de celle-ci, ne se développent pas dans un ordre quelconque. Certaines espèces, tout au moins, sont si fréquentes à un niveau déterminé, sur les côtes, qu'elles y constituent des zones de végétation : phénomène principalement attribuable à l'inégale résistance des organismes à l'émersion, deux fois par jour, au moment des marées.

Ainsi sur le littoral de la baie de Saint-Malo où la répartition de la flore marine a fait tout récemment l'objet des excellents travaux de Hamel, puis de Ed. Fischer, on avait décrit les zones suivantes, que l'on traverse successivement en descendant vers la basse mer :

1° Zone du *Xanthoria parietina;*
2° Zone du *Verrucaria Maura;*
3° Zone du *Lichina confinis* et *pygmæa;*
4° Zone du *Pelvetia canaliculata;*
5° Zone du *Fucus platycarpus;*
6° Zone du *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum;*
7° Zone du *Fucus serratus;*
8° Zone du *Laminaria flexicaulis*.

Or une étude approfondie de la répartition des végétaux marins commencée à l'île de Cézembre, dans la baie de Saint-Malo, et poursuivie sur le littoral de cette baie m'a permis, grâce à l'obligeance du Dr Bouly de Lesdain qui a bien voulu déterminer mes échantillons, de constater l'existence d'une zone de végétation n'ayant encore jamais été décrite à ma connaissance, et située entre les zones du *Xanthoria parietina* et du *Verrucaria Maura* précitées : la zone du *Caloplaca marina*.

Le *Caloplaca marina* Weddell est un petit Lichen crustacé dont les apothécies, d'un rouge orangé, constituent la partie la plus remarquable et parfois la seule visible. Il a été distingué des autres *Caloplaca*, pour la première fois par Wedell, en 1875, au cours de ses recherches sur les

(1) Séance du 15 septembre 1930.

Lichens de l'île d'Yeu. Au niveau indiqué, c'est-à-dire entre le *Xanthoria parietina* et le *Verrucaria Maura*, le *Caloplaca marina* est si abondant qu'il forme souvent une véritable bande reconnaissable à la couleur de rouille qu'il donne aux rochers. Bien entendu, il faut examiner les échantillons de très près, et même à la loupe, pour être certain de la présence de cette espèce; d'autant plus qu'elle peut facilement être confondue avec des ébauches de thalle de *Xanthoria parietina* ou de *Placodium murorum*.

Naturellement le *Caloplaca marina*, comme tous les autres organismes, ne vit que dans des conditions œcologiques particulières. Il est plus développé aux expositions Sud qu'aux expositions Nord : et il colonise de préférence toutes les aspérités des rochers, spécialement celles qui sont dépourvues de *Verrucaria Maura*. De plus on peut constater que la zone de végétation qu'il forme suit, dans sa répartition, les mêmes lois que celles que Ed. Fischer a bien mises récemment en évidence pour les autres zones analogues, précisément sur le littoral malouin. La bande occupée par le *Caloplaca marina* est très large aux expositions Nord et aux endroits battus : par exemple sur les côtes nord de l'île de Cézembre où ce Lichen peut être observé à 10-30^{m} au-dessus du niveau moyen de la mer. Au contraire, aux expositions Sud et dans les endroits abrités, elle est beaucoup plus étroite. Par exemple, dans l'estuaire de la Rance où j'ai suivi la répartition de ce Lichen avec M. Ed. Fischer, nous avons pu mesurer que sa largeur se réduisait à 0^{m},80 environ.

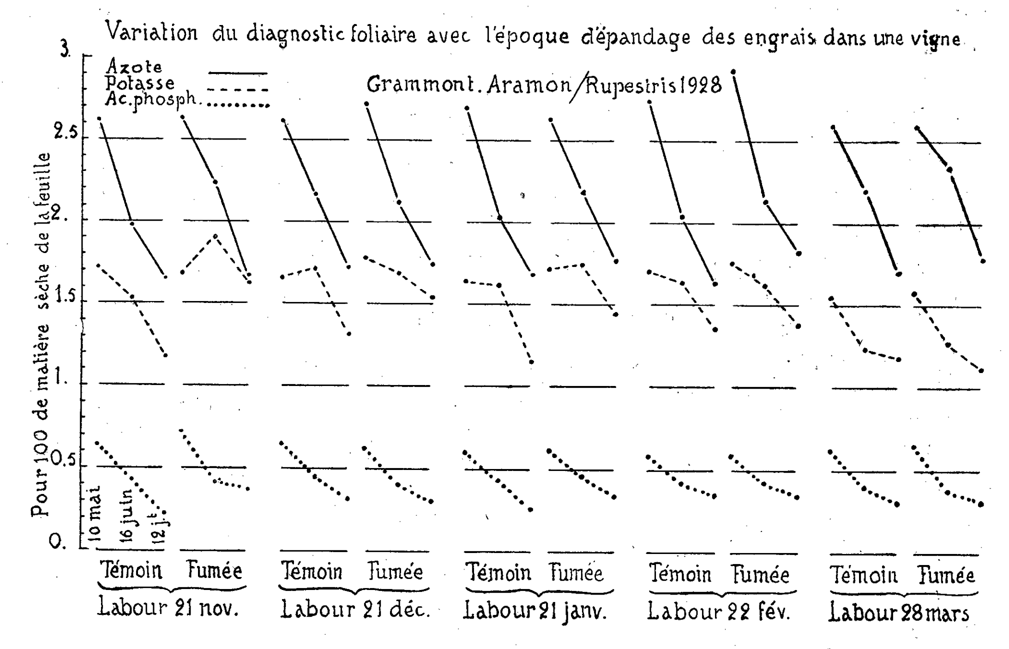
De plus on observe qu'au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la pleine mer, par exemple dans le port de Saint-Malo ou, mieux encore, dans l'estuaire de la Rance, cette espèce se modifie plus ou moins profondément, si bien que certains exemplaires deviennent d'une détermination très difficile, ainsi qu'a bien voulu nous le faire savoir le Dr Bouly de Lesdain.

Je n'ai actuellement qu'une documentation imparfaite sur l'extension de cette zone sur toutes les côtes du Massif armoricain. Néanmoins, d'après les renseignements qu'a pu me donner M. Ed. Fischer pour une partie du Cotentin, M. R. Lami pour la région du Croisic, et les indications des Flores régionales, il ne me paraît pas téméraire d'affirmer que cette zone inédite existe sur tous les rochers siliceux primaires affleurant le long du littoral du Massif armoricain. Et il y a tout lieu de supposer qu'elle doit se retrouver ailleurs (par exemple, en Angleterre, sur les côtes de Cornouailles) dans les mêmes conditions.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réponse explicite du diagnostic foliaire, alors que les autres moyens d'observation restent muets.* Note de MM. **H. Lagatu** et **L. Maume**, présentée par M. Pierre Viala.

Dans certaines expériences d'engrais sur vignes, l'aspect de la végétation et les rendements peuvent ne rien indiquer, alors que les diagnostics foliaires, interprétés selon des règles aujourd'hui établies, peuvent fournir une réponse utile. C'est le cas de l'expérience suivante, instituée pour étudier l'influence de l'époque d'épandage d'une formule de fumure de la vigne sur le mode d'action des divers engrais qui la composent.

Dans une vigne d'Aramon sur *Rupestris*, située au sommet du coteau caillouteux non calcaire de Grammont près Montpellier, 5 parcelles de 8 rangées de 40 souches ont été respectivement labourées les 21 novembre, 21 décembre 1927, 21 janvier, 22 février, 28 mars 1928. Sur les 8 rangées, 4 seulement ont été, à l'époque du labour, fumées à



raison, par hectare, de 80^{kg} d'azote du sulfate d'ammoniaque, 120^{kg} de potasse du sulfate, 75^{kg} d'acide phosphorique du superphosphate. Sur les 80 souches des deux rangées intérieures de chaque bande, on a, les 10 mai, 16 juin, 12 juillet 1928, prélevé des échantillons des deux feuilles situées à la base des sarments fructifères (ces feuilles étaient déjà sèches et tombées en août), et le 17 septembre, on a cueilli les raisins qu'on a pesés.

Ni l'aspect de la végétation, ni les rendements n'ont présenté des différences à retenir entre les témoins et les parcelles fumées aux différentes époques. Par contre, ainsi qu'on en peut juger sur les graphiques ci-dessus, les diagnostics foliaires montrent :

1° Que la vigne a été faiblement alimentée, car la feuille d'Aramon bien alimentée présente, pour 100 de matière sèche, une teneur de début en azote atteignant ou dépassant 4, en potasse 2 à 3, en acide phosphorique dépassant 1 ; la mauvaise alimentation tient ici à la sécheresse, le sol caillouteux du coteau n'ayant pas gardé l'eau d'automne et de printemps, les pluies ayant d'ailleurs cessé du 6 mai ($15^{mm},1$) au 10 juin ($17^{mm},2$) et au 29 août ($17^{mm},5$) jusqu'aux vendanges ;

2° Que l'azote de l'engrais n'a agi d'une manière sensible qu'avec le labour et la fumure du 22 février, suivi de 137^{mm} de pluie du 1er au 4 mars ; le labour favorisant d'ailleurs le témoin comme la partie fumée ;

3° Que l'acide phosphorique de l'engrais n'a pas été absorbé ;

4° Que l'époque d'épandage a eu une influence marquée sur l'absorption par la feuille de la potasse de l'engrais, absorption plus importante pour l'épandage de novembre, un peu moindre pour ceux de décembre et de janvier, peu sensible pour celui de février, insignifiante pour celui de mars.

Le diagnostic foliaire montre donc ici que les épandages de novembre, décembre et janvier sont les plus efficaces pour la nutrition potassique de la feuille de vigne.

Mais, à cause de la sécheresse d'été, *l'absorption* meilleure n'a pas été suivie *d'assimilation*, ce que montrent les diagrammes peu ou point descendants de la potasse.

Ces conclusions sont en accord avec le fait que la fumure n'a pu modifier ni la végétation ni le rendement ; en accord aussi avec les résultats de la pratique viticole quant au meilleur effet de l'épandage hâtif des engrais potassiques.

Cette expérience qui, comme il arrive si souvent pour la vigne, eût été muette avec les procédés ordinaires d'observation, a donc fourni par le diagnostic foliaire une réponse explicite.

La séance est levée à $15^h 50^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 OCTOBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTROPHOTOGRAPHIE. — *Le Congrès et l'Exposition internationaux de Photogrammétrie à Zurich, septembre* 1930. Note de M. **Georges Perrier**.

La *Métrophotographie*, science des applications de la photographie aux mesures métriques, est d'origine toute française. C'est notre confrère, le colonel Laussedat (1819-1907), qui, au milieu du siècle dernier, utilisa le premier la photographie aux levés topographiques, et fut ensuite toute sa vie l'apôtre de procédés dont la nouveauté n'était pas sans effrayer les topographes attachés à leurs méthodes classiques.

Comme malheureusement souvent en pareil cas, l'invention du colonel Laussedat s'est trop longtemps heurtée chez nous à l'indifférence, tandis que les procédés métrophotographiques prenaient un grand développement à l'étranger. Aujourd'hui, leur emploi s'étend à toutes les branches de l'art de l'ingénieur civil ou militaire.

La photographie stéréoscopique, dont l'utilisation avait été prévue par Laussedat, la photographie aérienne, qu'un autre Français, Nadar, eut le premier, en 1854, l'idée d'utiliser en ballon captif, et qui, employée par l'aviation, a joué un rôle si considérable pendant la grande guerre, ont fourni l'une et l'autre à la Métrophotographie de nouveaux et puissants moyens d'action. Cette science prend aujourd'hui un essor considérable, dont un récent Congrès international, doublé d'une Exposition, a apporté de multiples témoignages. A cette occasion, notre pays est entré dans un mouvement dont il s'était trop longtemps désintéressé.

Une Société internationale de Métrophotographie, ou plutôt de *Photogrammétrie*, car tel est le terme le plus souvent employé à l'étranger, avait été constituée il y a une vingtaine d'années par l'initiative de deux Sociétés nationales, l'une allemande, l'autre autrichienne, qui lui avaient donné la forme d'une Fédération de Sociétés nationales. Elle tint son premier Congrès à Vienne, en 1913. Mais cette organisation s'était relativement peu étendue. Après un second Congrès à Berlin, en 1926, les dirigeants de la Société internationale (¹) ont pensé que l'heure était venue d'élargir les statuts de la Société internationale, pour provoquer la formation du plus grand nombre possible de Sociétés nationales et leur affiliation à la Société internationale.

Tel était le principal objet du Congrès international de Photogrammétrie qui s'est tenu à Zurich du 5 au 8 septembre dernier dans les magnifiques locaux de l'École polytechnique fédérale, Congrès dont l'organisation, parfaite sous tous les rapports, est l'œuvre de la Société suisse de Photogrammétrie et notamment de son président et de son secrétaire, MM. Baeschlin et Zeller.

Le Congrès a arrêté les statuts définitifs de la nouvelle Société internationale, dont le texte primitif, préparé par la Société suisse, avait fait l'objet de propositions d'amendement de la part des Sociétés allemande et espagnole. Le président et le secrétaire de la Société sont élus par chaque Congrès et choisis dans le pays où doit se tenir le Congrès suivant. La périodicité des Congrès n'est pas rigoureusement fixée, elle est en principe de 4 ans. Dans les Assemblées de la Société internationale, chaque Société nationale dispose d'un nombre de voix augmentant avec le nombre de ses propres membres : 2 voix jusqu'à 50 membres, et une voix de plus pour chaque cinquantaine de membres complète ou seulement commencée.

La Société qui représente la France au sein de la Société internationale est la Société française de Photographie (²) dont une Section, dite *Section Laussedat*, s'occupe spécialement de Métrophotographie.

Le tableau suivant indique les Sociétés nationales adhérant à l'heure actuelle à la Société internationale, leurs nombres de membres et les nombres de voix correspondantes :

Allemagne, 266 membres, 6 voix; Autriche, 80, 2; Espagne, 140, 3; France, 101, 3; Hongrie, 84, 2; Lettonie, 24, 0; Norvège, 17, 0; Pologne, 104, 3; Suède, 60, 2; Suisse, 75, 2.

(¹) Président : M. Eggert, secrétaire : M. Kœrner (de Berlin).

(²) 51, rue de Clichy, actuellement présidée par notre Confrère, M. Helbronner.

Les travaux scientifiques du Congrès de Zurich ont été confiés à un certain nombre de Commissions dont les décisions les plus importantes ont été ratifiées en Assemblée générale. Voici leur liste et les noms de leurs présidents :

Commissions : N° 1, *Photogrammétrie terrestre*, *Topographie*, M. Dock (Autriche). N° 2, *Aérographie*, *redressement*, M. Roussilhe (France). N° 3, *Mensurations stéréoscopiques de plans aériens*, *appareils de restitution*, M. Eggert (Allemagne). N° 4, *Triangulation des plans aériens et juxtaposition des plans se faisant suite*, M. Baeschlin (Suisse). N° 5, *Mensuration radiographique et stéréométrique*, M. Hasselwander (Allemagne). N° 6 *a*, *Photogrammétrie des constructions et ouvrages d'ingénieurs*, M. Torroja (Espagne). N° 6 *b*, *Détermination de corps solides dans l'espace*, M. Ween (Norvège). N° 7, *Prix de revient*, M. Kruttschnitt (Hongrie). N° 8, *Instruments*, *optique*, *normes*, M. Cassinis (Italie). N° 9, *Plaques et films*. M. Odencrants (Suède). N° 10 *a*, *Enseignement dans les Universités et les Instituts scientifiques*, M. Buchholtz (Lettonie). N° 10 *b*, *Formation du personnel technique pour l'aérophotogrammétrie*, M. Ivanceanu (Roumanie). N° 11 *a*, *Aviation d'aérophotogrammétrie*, M. Weigel (Pologne). N° 11 *b*, *Navigation*, M. Petrik (Tchécoslovaquie).

L'Exposition installée à l'occasion du Congrès renforçait, pour les spécialistes, l'intérêt présenté par celui-ci. Elle occupait un grand nombre de salles de l'École polytechnique. 102 exposants appartenant à 17 pays avaient répondu à l'appel de ses organisateurs. Un pays, il faut le reconnaître, y occupait une place prépondérante, l'Allemagne, dans lequel particulièrement nombreux sont les constructeurs d'appareils de prise de vue, de redressement et de restitution, ainsi que les Services publics ou Sociétés particulières exécutant des levés photographiques pour le compte de l'État ou d'entreprises privées. Les expositions suisse et autrichienne présentaient également un intérêt spécial.

La Section francaise, groupant 32 exposants, occupait quatre grandes salles. Le Conservatoire des Arts et Métiers, dont le colonel Laussedat a été longtemps directeur, la ville de Moulins, où il est né, avaient envoyé à Zurich une série de documents historiques relatifs à la vie et aux travaux de cet illustre précurseur. On voyait aussi l'appareil de redressement de M. Roussilhe, les appareils de restitution automatique Poivilliers et Ferber. Des panneaux présentaient les levés photographiques exécutés par le Service géographique de l'Armée, le Service du Cadastre de Syrie (M. Durafford), la Compagnie Air-Orient (en Indochine), etc. Tous ces appareils et documents sont de nature à faire espérer chez nous une heureuse extension des travaux métrophotographiques, auxquels nos colonies offrent un champ d'action illimité.

Ayant été président de la Commission qui depuis le mois de février dernier a préparé, à la Société française de Photographie puis, au Ministère du Commerce, la participation de la France au Congrès et à l'Exposition, j'ai eu l'honneur de présider la délégation française à Zurich qui se composait de 22 membres, parmi lesquels les représentants officiels des départements suivants : Agriculture, Air, Colonies, Commerce, Finances, Guerre, Instruction publique (Conservatoire des Arts et Métiers), Marine et Travaux publics.

Le Congrès avait à décider la date et le siège du Congrès suivant. Sur une suggestion de M. Lioré, président de la Chambre syndicale des Industries aéronautiques, que j'avais transmise au Ministre de l'Air, et qui avait reçu la complète approbation de celui-ci, j'ai invité la Société internationale de Photogrammétrie à tenir son prochain Congrès et sa prochaine Exposition à Paris, en 1934. L'invitation a été acceptée à l'unanimité. Il est permis d'espérer que l'annonce de ce Congrès et de cette Exposition sera un sérieux stimulant pour tous nos constructeurs et pour tous nos Services publics ou entreprises privées utilisant les applications métriques de la photographie.

Tous les appareils et documents présentés par la France à Zurich seront exposés du 15 au 25 octobre au Conservatoire national des Arts et Métiers, sur l'initiative de son directeur, M. Gabelle, qui a été frappé à Zurich même de leur intérêt. Cette exposition sera comme un hommage rendu à juste titre à la mémoire du colonel Laussedat dont le souvenir est encore vivant au Conservatoire.

BIOLOGIE. — *Observations concernant la parthénogénèse et la spanandrie chez les Trichogrammes.* Note de M. **P. Marchal.**

J'ai précédemment signalé sous le nom de *Trichogramma cacœciæ* une forme particulière de Trichogramme qui, bien que voisine du *Trichogramma evanescens*, en diffère par son dimorphisme saisonnier, ainsi que par d'autres caractères morphologiques et biologiques définis ([1]).

([1]) Je rappelle que la désignation de la première forme sous un nom nouveau a eu pour but principal de faciliter l'exposition des faits. Mais il est possible que les progrès de la systématique démontrent que cette race se rattache à une espèce plus anciennement nommée telle que le *T. fasciatum* de Mokrzecki, remarquable par sa thélytoquie.

Je rappellerai seulement que l'habitat des deux formes dans une même localité est essentiellement différent et que la reproduction parthénogénétique thélytoque, liée à un pouvoir de dispersion très restreint, est la règle chez *T. cacæciæ*, tandis que la bisexualité et l'arrénotoquie des femelles non fécondées caractérisent le *T. evanescens*.

Chez la première forme, des mâles peuvent cependant apparaître de temps à autre. C'est ce phénomène de l'extrême rareté des mâles (spanandrie) (¹) dont nous chercherons, dans le cas actuel, à préciser les conditions.

Ainsi qu'il en est fait mention dans ma Note du 29 août 1927, je n'avais pu observer jusque-là qu'un seul mâle de *T. cacæciæ* au cours de trois années d'élevage portant sur des centaines d'individus originaires d'Antony (Seine). Depuis cette époque, j'ai pu, à diverses reprises, constater des apparitions sporadiques de mâles dans la descendance de souches types de cette espèce, ainsi que chez une race se rattachant au *T. cacæciæ* et originaire de la Creuse (²). L'observation concernant cette dernière race présente, au point de vue des conditions d'apparition de ces mâles exceptionnels dans les lignées thélytoques, un intérêt particulier. J'en donnerai donc ici les traits principaux : Les premiers Trichogrammes de la lignée sont éclos au début d'avril 1927 de deux pontes d'un Microlépidoptère indéterminé récoltées à Evaux (Creuse), sur tronc de Cognassier, au cours du mois de septembre 1926. Depuis cette époque, j'ai continué à élever cette race dans des pontes de Noctuelles, de Tortricides ou d'Ephestia, et j'ai obtenu jusqu'ici 28 générations successives (³), dont la deuxième fut sacrifiée à l'exception d'un seul individu, de façon à obtenir par la suite une lignée pure. Or, jus-

(¹) J'ai pour la première fois en 1911 employé le nom de spanandrie pour désigner le phénomène de la disparition du sexe mâle ou de son extrême rareté dans une génération qui est spécialisée pour la reproduction bisexuée et qui succède à un cycle régulier de générations parthénogénétiques, comme cela se présente chez certains Aphides du genre Chermes (*Comptes rendus*, **153**, 1911, p. 29). Depuis le sens du mot spanandrie a été étendu par Vandel à tous les cas d'apparition exceptionnelle des mâles dans des lignées se reproduisant par parthénogénèse (1922). C'est dans ce sens élargi que nous employons ici cette désignation.

(²) Signalée dans ma dernière Note (*Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 523), elle est remarquable par sa teinte jaune vif, surtout pour les générations d'été et par son microptérisme post-hivernal plus irrégulier et moins accentué que celui de la forme type.

(³) Il ne s'agit, bien entendu, que de lots expérimentaux correspondant aux diverses générations.

qu'aux lots de 12[e] génération, toute la lignée ne comporta que des femelles représentées par des milliers d'individus. Ce ne fut que dans le cours de la troisième année, à la fin du mois d'avril 1929, dans un lot correspondant à la 13[e] génération et comportant de très nombreuses femelles que j'aperçus le premier mâle de cet élevage. Réduit à une taille minuscule, de teinte notablement plus grise que les femelles, avec des ailes incomplètement développées, il resta très peu actif et ne montra aucune tendance à l'accouplement. A la fin des mois de juillet et d'août 1930, dans deux lots correspondant à la 26[e] et à la 27[e] génération de la même lignée, je pus encore constater au milieu de très nombreuses femelles la présence de deux mâles dans le premier cas et celle de trois mâles dans le second. De plus, ces mâles, de teinte plus grise que les femelles, étaient normalement développés et plusieurs accouplements furent observés.

Malgré le nombre très restreint des mâles, le fait qu'ils se présentaient dans deux générations successives pouvait donner à penser que peut-être ceux de la 26[e] avaient eu quelque influence sur la détermination sexuelle de ceux de la 27[e]. Les trois mâles de la 27[e] génération furent en conséquence utilisés pour apporter une précision sur ce point. Ils furent placés dans un tube où le nombre des femelles avait été limité à neuf et où deux accouplements d'apparence tout à fait normale furent ensuite constatés. Ne pouvant reconnaître avec certitude parmi les neuf femelles celles que j'avais vues antérieurement s'accoupler, je les répartis toutes sous des désignations spéciales dans six tubes et de telle façon que cinq de ces tubes contenaient isolément une des plus grosses femelles, tandis que le sixième contenait les quatre plus petites groupées en un même lot ([1]). Puis, chaque tube fut approvisionné d'eau miellée et d'œufs de Noctuelles (obtenus en captivité), de façon à obtenir isolément la progéniture des lots ainsi constitués. Or, pour tous les lots, cette progéniture fut exclusivement formée de femelles, au nombre de 56, 59, 29, 59 et 43 respectivement pour les cinq premiers tubes contenant chacun une femelle d'assez grosse taille et au nombre de 52 pour le sixième tube contenant le lot des quatre petites femelles ([2]). Ainsi, bien que deux des femelles précédentes se fussent cer-

([1]) Les femelles dont j'avais constaté l'accouplement se distinguaient des autres par une taille plus forte et c'est pourquoi les cinq estimées les plus grosses furent réparties isolément dans des tubes distincts. Néanmoins, pour plus de sûreté je mis aussi en observation les quatre plus petites mais en les groupant dans un même tube.

([2]) Le nombre restreint des descendants de ces quatre femelles s'explique surtout par la quantité trop faible des œufs de Noctuelles mis à leur disposition et par les piqûres trop nombreuses que ces œufs durent subir.

tainement accouplées antérieurement et dans des conditions apparues comme normales, le caractère de leur progéniture n'en fut pas modifié et la reproduction resta conforme au mode de la reproduction thélytoque.

Dans le cas qui nous occupe, malgré l'accouplement, les spermatozoïdes n'arrivent donc pas à déterminer une réelle fécondation de l'œuf, qui se développe alors par parthénogénèse. Le sexe mâle se manifeste ainsi dans la lignée thélytoque avec un caractère rudimentaire et infonctionnel et l'on se trouve en présence d'un phénomène de même ordre que celui qui a été signalé par Pantel chez certains Phasmes (*Dixippus morosus*). Comme le fait remarquer Vandel, la sexualité mâle apparaît alors comme une sorte de monstruosité et résulte sans doute d'une anomalie chromatique survenant au cours de la maturation de l'œuf. Il n'est pas impossible pourtant que dans d'autres lignées de *Trichogramma cacœciæ* ou de formes du même type, puissent se rencontrer des femelles effectivement fécondables et qui, en cas de fécondation, deviennent productrices de mâles (1). C'est ce que tend à démontrer une de mes observations malheureusement restée isolée. J'ai obtenu, en effet, après l'hiver, d'une ponte de *Cacœcia* trois *Trichogramma cacœciæ* microptères dont deux étaient femelles et un mâle. Or, la seconde génération (réduite par suite du petit nombre d'œufs de Tortricide mis à la disposition des femelles) se composa exclusivement de cinq mâles. Étant donnée l'extrême rareté des mâles chez *T. cacœciæ*, cette apparition formée de cinq Trichogrammes de ce sexe dans une génération succédant à un mâle déjà apparu dans la génération précédente ne peut manquer d'attirer l'attention. Si d'autres observations semblables pouvaient être faites, elles seraient de nature à montrer qu'il peut exister, tout au moins dans la génération microptère post-hivernale, des femelles fécondables et que la fécondation de leurs œufs détermine la sexualité mâle de leur progéniture.

J'ai utilisé d'autre part les mâles exceptionnels de *T. cacœciæ* (race jaune d'Evaux) pour compléter mes expériences destinées à savoir si le croisement de *T. cacœciæ* avec *T. evanescens* était possible. J'avais déjà démontré antérieurement (2) que le croisement *T. cacœciæ* ♀ × *T. evanescens* ♂ apparaissait comme impossible et que, malgré des accouplements dûment constatés, les œufs de *T. cacœciæ* n'étaient pas fécondés et continuaient à se développer parthénogénétiquement suivant le mode thélytoque de l'espèce. Il restait à voir ce qu'il adviendrait, si l'on essayait de réaliser le croisement

(1) D'après de Sinéty, ce cas se présente chez certains Phasmes (*Leptynia attenuata*).

(2) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 522.

inverse : *T. evanescens* ♀ × *T. cacœciæ* ♂. Les rares mâles de *T. cacœciæ* (race jaune d'Evaux) que j'ai obtenus cette année m'ont permis sur ce point de compléter mes observations. Elles portèrent sur des femelles de *T. evanescens* éclos d'œufs de Noctuelles qui avaient été préalablement parasités par cette espèce puis renfermés isolément dans des tubes. Après l'éclosion, chaque tube renfermait de 1 à 3 individus sortis d'un même œuf de Noctuelle. De l'ensemble de ces tubes, 4 femelles écloses dans ceux où les mâles de *T. evanescens* étaient absents furent seules conservées et mises isolément en présence de 1 ou 2 mâles de *T. cacœciæ*. Pour deux d'entre elles des accouplements présentant toutes apparences normales furent constatés; elles furent alors, ainsi d'ailleurs que les deux autres, isolées et alimentées dans des tubes où des pontes de *Mamestra brassicæ* (obtenues en captivité) furent mises à leur portée pour recevoir leurs propres œufs. Or, les femelles des quatre tubes ainsi préparés se comportèrent exactement comme si elles n'avaient subi le contact d'aucun mâle et les œufs se développèrent conformément à la règle de l'espèce en cette circonstance, c'est-à-dire suivant le mode de la parthénogénèse arrhénotoque : la descendance de ces femelles fut respectivement pour chacune d'entre elles de 40, 18, 43 et 56 individus, tous du sexe mâle et présentant exclusivement les caractères typiques de *T. evanescens*. Ces expériences jointes à celles portant sur le croisement inverse montrent que les deux formes *T. evanescens* et *T. cacœciæ* sont par amixie physiologique complètement isolées l'une de l'autre.

En terminant cette Note, je signalerai, à propos des lignées naturelles des Trichogrammes, que j'ai observé cette année un Trichogramme thélytoque jaune clair dont la souche naturelle provenait d'œufs de *Carpocapsa pomonella* de la Corrèze et un autre également thélytoque mélangé de jaune et de brun provenant d'œufs de *Pyrausta nubilalis* récoltés dans le Var. Ces deux souches ont été mises en élevage, en vue de l'observation des générations successives [1]. Elles se rattachent, en tant que races ou variétés, au *Trichogramma cacœciæ*. Les recherches ultérieures montreront si toutes les formes de *Trichogramma* qui ont été décrites jusqu'ici en Europe ne se ramènent pas à deux types spécifiques essentiels dont l'un serait à parthénogénèse arrhénotoque (*T. evanescens*, *T. semblidis*) et dont l'autre serait,

(1) Nous devons les envois relatifs à la première forme à l'obligeance de M. Macary, qui nous a donné son concours à Paris pour en poursuivre l'élevage, ainsi que pour la surveillance des autres souches depuis l'année dernière. La souche provenant des œufs de *Pyrausta* nous a été aimablement adressée par M. H. L. Parker, directeur du laboratoire américain pour l'étude des parasites européens à Hyères (Var).

suivant les lignées ou les races tantôt à parthénogénèse thélytoque, tantôt à parthénogénèse arrhénotoque (*T. cacœciæ*, *T. fasciatum* Perk. de Mokrzecki, *T. carpocapsæ* Schr., *T. minutum* Riley avec ses deux races américaine et européenne de Howard et Fiske).

MAGNÉTISME. — *Sur la variation thermique du coefficient d'alimentation de l'eau.* Note (¹) de MM. **B. Cabrera, W. Johner** et **A. Piccard.**

Les différents auteurs qui ont étudié la variation thermique du coefficient d'aimantation de l'eau (susceptibilité par unité de masse) étant arrivés à des résultats contradictoires, nous avons essayé de rechercher la cause des erreurs et de déterminer l'influence de la température sur ce coefficient avec la plus grande précision possible, par des mesures faites suivant des techniques nouvelles. Nous croyons connaître aujourd'hui certaines des causes d'erreurs des anciennes déterminations.

Piaggesi (Palerme, 1903) n'a pas tenu compte du fait que la pression partielle de l'oxygène de l'atmosphère au-dessus du ménisque varie avec la tension de vapeur de l'eau.

Les mesures de Piccard (Zurich, 1913) paraissent être exactes jusque vers 40°. Au-dessus de 50° des erreurs dans la détermination de la température ont altéré le résultat.

Marke (Copenhague, 1916) a trouvé des résultats qui, dans la limite de précision de son appareil (estimée par Marke à 5 pour 100), sont exacts.

Cabrera et Duperier (Madrid, 1925) ont utilisé une balance de torsion dont la sensibilité était très grande, mais Piccard remarque qu'ils n'ont pas tenu compte de la dilatation de l'eau qui aux températures supérieures faisait déborder une partie du liquide dans une zone où le champ était plus faible.

Cette question a été reprise par Johner et Piccard dont on trouvera plus loin le résultat et par Cabrera et Duperier dont les mesures ne seront vraisemblablement pas terminées avant un an mais sont dès à présent d'accord, au moins quant au signe de la très faible variation thermique, avec celles de Johner et Piccard.

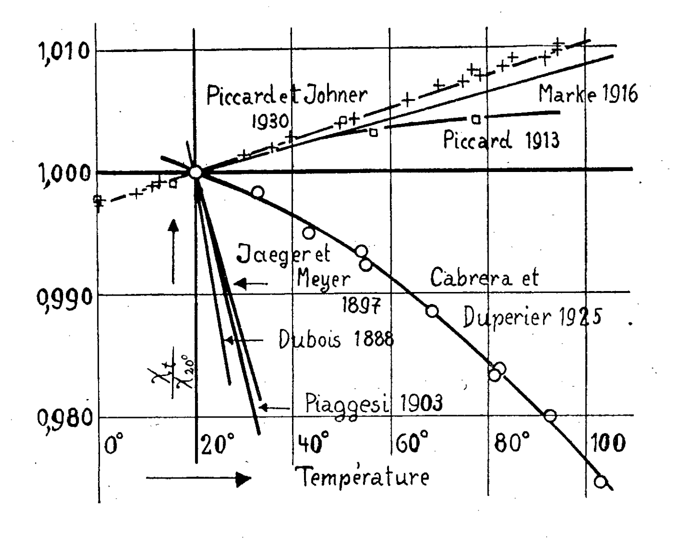
Johner et Piccard emploient une variante nouvelle de la méthode du tube en U. L'observation se fait sur le ménisque situé en dehors du champ. Par une flexion de la partie du tube contenant ce ménisque après avoir

(¹) Séance du 29 septembre 1930.

excité l'électro-aimant on ramène les deux ménisques aux positions initiales relatives au tube et l'on détermine la variation de la hauteur absolue de la branche extérieure du tube. Toute la branche du tube qui se trouve dans le champ et qui n'exige pas d'observation directe est entourée d'un thermostat.

Le tableau suivant et la figure permettent de comparer les différents résultats.

Auteur.	Coefficient de variation thermique vers 20°.	$\frac{\chi_{100^\circ}-\chi_{20^\circ}}{\chi_{20^\circ}}$.
Dubois (Leyde, 1888)	—0,0023	—0,168
P. Curie (Paris, 1895)	(<±0,000084)	Var. < 1,5 % entre 20° et 199°.
Jaeger et Meyer (Vienne, 1897)	—0,0015	—0,078
Les mêmes après corr. de l'humidité....	—0,0012	—0,042
Piaggesi (Palerme, 1903)	—0,0016	—0,11 (par extrapol. à partir de 86°).
Le même après corr. de l'humidité.....	—0,00131	—0,074
Piccard (Zurich, 1913)	+0,00012	+0,0046 (par extrap. à partir de 78°).
Marke (Copenhague, 1916)	+0,000117	+0,0082
Cabrera et Duperier, (Madrid, 1916)...	—0,000167	—0,0236
Les mêmes après correction de l'effet de densité	—0,00008	+0,006
Piccard et Johner (Bruxelles, 1930)....	+0,000131	+0,0104



La représentation graphique montre que la sensibilité de la dernière

méthode est l'ordre de $\frac{1}{10}$ pour 1000 sur le coefficient d'aimantation. Nous estimons que les erreurs systématiques ne dépassent pas quelques dixièmes pour 1000 aux basses températures et qu'elles sont de l'ordre de 1 pour 1000 aux températures les plus élevées. L'erreur systématique sur le coefficient de variation thermique ne dépasse donc pas 10 pour 100.

Les mesures de Piccard et Johner ont donné une variation thermique du coefficient d'aimantation de l'eau de $+0,131 \pm 0,01$ pour 1000 par degré. Cette variation est linéaire dans la limite de précision des mesures.

M. **Ch. Maurain**, au nom de MM. E. Mathias et L. Éblé et en son nom, fait hommage à l'Académie du deuxième Mémoire relatif au *Nouveau Réseau Magnétique de la France au 1er janvier* 1924 (1).

Ce Mémoire a été établi, comme le précédent, sous les auspices de la Section de Magnétisme et Électricité terrestres du Comité national français de Géodésie et de Géophysique, présidée par M. le général Ferrié, et est intitulé : *Distribution générale des éléments magnétiques en France. Formules représentatives. Définition numérique des Anomalies.* Il donne des formules du second degré de la latitude et de la longitude représentant le mieux possible, d'après l'ensemble des résultats, la distribution des éléments magnétiques en France. Ensuite viennent des tableaux donnant pour chaque station les différences entre les valeurs observées des éléments magnétiques et les valeurs calculées, différences qui définissent numériquement les anomalies magnétiques en chaque point. Au Mémoire est jointe une carte des Stations magnétiques en France, comprenant non seulement les 1328 Stations visitées dans ces dernières années, mais aussi 176 Stations visitées par E. Mathias dans le sud-ouest de la France de 1895 à 1903, et 28 Stations visitées en divers points en 1912-1913 par L. Éblé. Cette carte a été dressée par Mlle Homery, qui a apporté aussi une collaboration dévouée pour les calculs nécessités par tout le travail.

M. **M. Caullery** présente une Notice qu'il a écrite sur les Papiers de Réaumur conservés dans les Archives de l'Académie. Elle est destinée à figurer en tête de la publication prochaine de divers Mémoires de Réaumur

(1) Le premier Mémoire a été présenté à l'Académie dans sa séance du 21 octobre 1929 par M. E. Mathias (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 667).

sur les Scarabées (Coléoptères), qui devaient, avec l'*Histoire des Fourmis*, faire partie du Tome VII des *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes* (¹).

M. **Emmanuel de Margerie** fait hommage à l'Académie d'un Extrait du Livre jubilaire publié à l'occasion du Centenaire de la Société Géologique de France, 1830-1930 : *La Société Géologique de France de* 1880 *à* 1929.

M. **Ed. Imbeaux** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *Essai d'Hydrogéologie. Recherche, étude et captage des eaux souterraines.*

M. **Jules Richard** fait hommage à l'Académie des fascicules LXXX et LXXXI des *Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert Ier, *prince de Monaco : Étude zoologique et anatomique sur quelques Gastéropodes Prosobranches provenant des Campagnes scientifiques du Prince Albert Ier de Monaco*, par A. Vayssière; *Teneur en radium des dépôts de mer profonde* (*Princesse-Alice-II* et *Challenger*), par Hans Petterson.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **P. Viala** est désigné pour faire partie de la 1re Section de la Commission technique de la *Caisse des recherches scientifiques* en remplacement de M. *A.-Th. Schlœsing*, décédé.

Par l'unanimité des suffrages, M. **A. Lacroix** est désigné comme représentant de l'Académie à la *Caisse nationale des sciences*.

(¹) A la suite de la publication d'une partie de cette Notice (*Revue de Paris*, 5, 1930, p. 148-167), où est signalée l'existence de divers lots de lettres inédites de Réaumur, j'ai eu connaissance, par M. Méautis, professeur à l'Université de Neuchâtel (Suisse), que la bibliothèque communale de cette ville possède aussi une liasse de lettres adressées par Réaumur au savant neuchâtelois Bourguet. Je crois utile de consigner ici cette indication. M. C.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Charles Janet. *Considérations sur la structure du noyau de l'atome.*

2° Académie des sciences d'Ukraine. Recueil consacré à la mémoire de Théophile Janovsky, membre de l'Académie, par [D. Zabolotny], O. Kortchak-Tchepurkivsky et I. Chmalhausen.

3° *Traité des carrés magiques*, par M. Kraitchik. (Présenté par M. d'Ocagne.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des systèmes d'équations différentielles linéaires.* Note [1] de M. **S. Carrus**.

Nous envisageons des systèmes de m équations différentielles linéaires à n inconnues y, z, $t (m \leqq n)$ les coefficients étant des fonctions quelconques de x.

Si $m < n$ nous dirons que le système est incomplet. On a souvent à considérer de tels systèmes incomplets. Par exemple si l'on cherche à déterminer les courbes gauches dont les tangentes appartiennent à un complexe linéaire.

La solution du complexe le plus général est donnée par la formule suivante :

$$dx = \frac{\theta u'}{\theta'} - 2u, \qquad ay = bx + 6 - l, \qquad az = cx + k - \frac{u'}{\theta'},$$

u et θ désignant deux fonctions arbitraires de t. On peut prendre évidemment le complexe sous sa forme réduite. La solution de

$$xy' - yx' - az' = 0$$

est donnée par

$$y = \frac{u'}{2x'}, \qquad az = \frac{xu'}{2x'} - u,$$

---

(1) Séance du 6 octobre 1930.

ce qui permet d'étudier complètement ces courbes (étudiées par MM. Appell et Picard) et dont nous avons obtenu quelques propriétés nouvelles.

Nous désignerons par $L(y^\alpha, z^\beta, t^\gamma) = 0$ une équation différentielle linéaire en y, z, t... à coefficients quelconques, en mettant en évidence les dérivées les plus élevées.

Si l'on a un système de telles équations, la méthode habituelle d'intégration, par dérivation, permet d'obtenir une seule équation à une seule inconnue.

Cette méthode nous paraît mathématiquement illogique, puisque l'on commence par faire des opérations en quelque sorte inverses; elle a de plus le grave inconvénient de donner des équations plus générales et d'obliger par suite à une identification.

Dans la méthode que nous allons exposer, nous ne ferons que des intégrations. Nous obtiendrons chaque fois des équations nécessaires et suffisantes.

Par cette méthode, nous arriverons aux résultats suivants :

1° Dans le cas des systèmes incomplets $(m < n)$, nous donnerons, sans aucun signe de quadrature, la solution la plus générale du système au moyen de $(n - m)$ fonctions arbitraires.

2° Dans le cas des systèmes complets $(m = n)$, nous ramenons l'intégration à une équation nécessaire et suffisante. Par simples substitutions successives, on aura ensuite toutes les inconnues.

Soit l'équation

$$L(y^\alpha, z^\beta, t^\gamma) = 0. \tag{1}$$

Intégrons autant que possible tous les termes. On a

$$\int a_k y^k dx = a_k{}^{k-1} - a'_k y^{k-2} + \ldots + (-1)^k \int a_k^k y \, dx.$$

Si nous en faisons autant pour tous les termes en y, et de même pour tous les termes en z et en t, nous mettrons l'équation sous la forme

$$L(y^{\alpha-1}, z^{\beta-1}, t^{\gamma-1}) + \int (ay + bz + ct + d)\, dx = \text{const.}, \tag{1'}$$

a, b, c, d désignant des fonctions connues x.

Nous poserons

$$ay + bz + ct + d + t'_1 \tag{2}$$

en supposant $\alpha \geqq \beta \geqq \gamma$ et $c \neq 0$.

Nous en déduirons

(2′) $$t = l(yzt'_1).$$

Alors l'équation (1′) peut s'intégrer et donne

(3) $$L(y^{\alpha-1}, z^{\beta-1}, t^{\gamma-1}) + t_1 = 0.$$

Si enfin dans l'équation (3) nous substituons l'expression (2′) de t, nous obtenons une équation

(4) $$L(y^{\alpha-1}, z^{\beta-1}, t) = t_1 0.$$

C'est une équation différentielle linéaire en y, z, t_1, mais les ordres de dérivation maxima de y et z ont été tous deux diminués de une unité.

Cette équation n'est ni plus ni moins générale que l'équation donnée.

On démontre que l'on peut opérer de même si c, ou b, ou a est nul. Dans tous les cas, par un changement de fonction convenable, on peut diminuer d'une unité les ordres de dérivation maxima de toutes les inconnues, sauf une.

En opérant ainsi successivement vers t, z ou y, nous pourrons réduire d'autant d'unités que nous le voudrons les ordres de dérivation maxima, et nous pourrons suivre par de simples opérations de dérivations les transformations subies par les inconnues initiales.

Nous arriverons ainsi à une équation entre des inconnues finales Y, Z, T dans laquelle les ordres de dérivation de une ou deux inconnues seront nuls. Elle sera par exemple de la forme

(5) $$L(Y^{\alpha-h}, y', T) = 0.$$

Si elle contient effectivement T, nous pourrons la résoudre et obtenir

$$T = l(Y^{\alpha-h}, Z').$$

En remplaçant T dans les expressions finales de y, z, t, que l'on a pû suivre par continuité, on aura les expériences de y, z, t, en fonction linéaire des dérivées de Y, Z, qui pourront être deux fonctions arbitraires.

Si l'équation (5) était indépendante de T, nous continuerions sur Z par exemple et nous en déduirions Z en fonction de Y.

Les deux fonctions arbitraires seront dans ce cas Y, T au moyen desquelles nous aurions les expressions de toutes les inconnues initiales y, z, t, ...

Si nous avons une deuxième équation

$$L(y^{\alpha'}, z^{\beta'}, t^{\gamma'}) = 0,$$

nous y substituerons les expressions de y, z, t déduites de l'équation précédente en fonction de Y, Z, ... et nous aurons une nouvelle équation linéaire en Y, Z que nous traiterons par le même procédé.

Nous ne pouvons que donner le principe de la méthode.

Dans le cas de deux, trois ou quatre équations, nous pouvons écrire *a priori* le résultat des formes finales des inconnues.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un certain système à une infinité d'inconnues*. Note de M. **Georges Calugaréano**.

Nous avons déjà considéré (¹) le système

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} \zeta_1+\zeta_2+\ldots+\zeta_n+\ldots=A_1,\\ \zeta_1^2+\zeta_2^2+\ldots+\zeta_n^2+\ldots=A_2,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ \zeta_1^k+\zeta_2^k+\ldots+\zeta_n^k+\ldots=A_k,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \end{array}\right.$$

où les indices supérieurs sont des exposants, et nous avons appelé solution régulière tout système de nombres complexes ζ_n rendant absolument convergentes les séries des premiers membres et satisfaisant à ce système d'équations en nombre infini. Nous avons dit que la solution d'un tel système est *unique*, du moins si l'on se contente des solutions régulières; il n'est pas prouvé, d'ailleurs, que cette solution existe toujours. Nous donnerons ici une démonstration de l'unicité.

En supposant que le système (1) peut être vérifié de deux manières différentes, on aura

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{l} \sum_{\nu=1}^{\infty}\zeta_\nu=\sum_{\nu=1}^{\infty}\zeta'_\nu,\\ \sum_{\nu=1}^{\infty}\zeta_\nu^2=\sum_{\nu=1}^{\infty}\zeta'^2_\nu,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots,\\ \sum_{\nu=1}^{\infty}\zeta_\nu^k=\sum_{\nu=1}^{\infty}\zeta'^k_\nu,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

(¹) Voir notre Mémoire *Sur la détermination des valeurs exceptionnelles des fonctions méromorphes*, etc. (*Bull. des Sc. math.*, 2ᵉ série, 54, 1930, p. 17).

toutes ces séries convergeant absolument. Les ζ_ν et ζ'_ν sont bornés; soit γ un cercle de centre origine, et de rayon R, contenant tous les ζ_ν et ζ'_ν. Multiplions la $k^{\text{ième}}$ équation de (27) par $\frac{1}{z^{k-1}}$, pour $k = 1, 2, \ldots$, et supposons $|z| > \text{R}$. En ajoutant toutes les équations on aura

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} \zeta_\nu \frac{1}{1 - \frac{\zeta_\nu}{z}} = z \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\zeta_\nu}{z - \zeta_\nu} = z \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\zeta'_\nu}{z - \zeta'_\nu}$$

en vertu de la convergence absolue des équations de (2). Donc

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\zeta_\nu}{z - \zeta_\nu} = \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\zeta'_\nu}{z - \zeta'_\nu} \tag{3}$$

pour $|z| > \text{R}$. Mais nous avons là deux fonctions analytiques égales pour $|z| > \text{R}$. Elles seront donc égales pour toutes les valeurs de z rendant les séries des deux membres uniformément convergentes. Prenons r tel que $0 < r < \text{R}$, le cercle de rayon r ne passant par aucun ζ_ν ou ζ'_ν. Soient ζ_1, $\zeta_2, \ldots, \zeta_p$ et $\zeta'_1, \zeta'_2, \ldots, \zeta'_q$ tous les ζ_ν et ζ'_ν de module $> r$. Retranchons du domaine $|z| > r$ tous les cercles de rayon ε ayant pour centres les points $\zeta_1, \ldots, \zeta_p, \zeta'_1, \ldots, \zeta'_q$. Dans le domaine restant les deux membres de (3) convergent uniformément, car $|z - \zeta_\nu|$ et $|z - \zeta'_\nu|$ sont $> \varepsilon$. Ceci a lieu aussi petit que soit ε, et il en résulte, pour que l'égalité (3) soit possible, que les $\zeta_1, \ldots, \zeta_p$ et $\zeta'_1, \ldots, \zeta'_q$ coïncident deux à deux, donc $p = q$. Le raisonnement étant applicable aussi petit que soit r, on voit ainsi que les deux suites ζ_ν et ζ'_ν coïncident nécessairement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques majorantes de la théorie des fonctions.* Note de M. **Gaston Julia.**

1. Soit un secteur D limité (*Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1259) par deux segments AO et OB faisant en O l'angle $\alpha\pi$ $(\alpha > 0)$ et par un arc de Jordan ACB, et une fonction $f(z)$, holomorphe dans D, pour laquelle $|f(z)| < \text{M} + \varepsilon$ ($\varepsilon > 0$ arbitraire) au voisinage de AOB, $|f(z)| < m + \varepsilon$ au voisinage de ACB; on appelle ρ la distance Oz et d la plus courte distance de z à AOB. Soit $\Phi(z)$ la fonction harmonique et régulière dans D, *nulle sur* AOB, *égale à un sur* ACB; la fonction $\mu\Phi(z)$, $[\mu = \log(m : \text{M})]$, est une majorante de $\log |f(z) : \text{M}|$ dans D. Lorsque z tend vers un point

de AOB distinct de A et B, le rapport $\left[\Phi(z) : d\rho^{\frac{1}{\alpha}-1}\right]$ a une limite finie $\neq 0$; si le point limite est A ou B, le rapport peut devenir infini, mais ne peut tendre vers zéro. D_ε étant le domaine D diminué de la partie intérieure à deux cercles de rayon ε, de centres A et B, il existe deux constantes $\lambda(D, \varepsilon)$, $\lambda_1(D, \varepsilon)$, borne inférieure et supérieure du rapport précédent dans D_ε, pour lesquelles on a *dans* D_ε

$$\log|f(z) : M| < \Lambda\left[d\rho^{\frac{1}{\alpha}-1}\right]\log(m : M), \tag{1}$$

avec $\Lambda = \lambda(D, \varepsilon)$ si $m < M$, et $\Lambda = \lambda_1(D, \varepsilon)$ si $m > M$. Lorsque ε tend vers zéro, $\lambda_1(D, \varepsilon)$ devient infini, mais $\lambda(D, \varepsilon)$ a pour borne inférieure $\lambda_0(D) > 0$, en sorte que (1) *est valable dans tout* D *pour* $m < M$ *et* $\Lambda = \lambda_0(D)$. On a $\lambda_0\, d\rho^{\frac{1}{\alpha}-1} < 1$ dans tout D, mais en général il y a des points de D_ε où $\lambda_1(D, \varepsilon) d\rho^{\frac{1}{\alpha}-1}$ est > 1, par suite, lorsque $m > M$, la formule (1) n'est avantageuse que dans la partie de D_ε où le coefficient de $\log(m : M)$ est < 1. Dans ce même cas $m > M$, en introduisant l'angle ω de Oz avec la bissectrice intérieure du secteur, on peut donner à (1) une forme telle que

$$\log|f : M| < \mathcal{C}\cos\frac{\omega}{\alpha}\left\{\frac{\rho}{R_0}\right\}^{\frac{1}{\alpha}}\log(m : M), \tag{2}$$

R_0 étant le *minimum* de la distance à O d'un point de ACB, $\mathcal{C}$ une constante quelconque $> (4 : \pi)$, en se bornant à la partie de D pour laquelle $\rho < \rho_0(\mathcal{C}) < R_0$, $\rho_0(\mathcal{C})$ tendant vers zéro lorsque $\mathcal{C}$ tend vers $(4 : \pi)$.

2. Soit D un domaine quelconque, simplement ou multiplement connexe, limité par un nombre fini *d'arcs frontière de Jordan*, dont l'ensemble est divisé en un nombre fini d'arcs F_1 et un nombre fini d'arcs F_2. Soit $f(z)$, holomorphe dans D, et telle que $|f| < M + \varepsilon$ au voisinage de tout point de F_1, $|f| < m + \varepsilon$ au voisinage de tout point de F_2. On forme $\Phi(z)$, harmonique et régulière dans D, *égale à zéro sur* F_1, à *un sur* F_2; $\mu\,\Phi(z)$ majore $\log|f(z) : M|$ dans D, et, pour étendre (1) on étudie le rapport $[\Phi(z) : d]$, *d étant la plus courte distance de* z à F_1, z_0 étant sur un arc F_1 *doué d'une tangente lipschitzienne autour de* z_0

$$[\,|z'(s) - z'(s_0)| < k|s - s_0|^\nu,\ 0 < \nu < 1],$$

le rapport précédent reste compris entre deux limites positives lorsque z varie dans D au voisinage de z_0. Lorsque z_0 joint deux arcs de F_1 dont chacun a une tangente lipschitzienne, les tangentes en z_0 aux deux arcs

faisant l'angle $\alpha\pi$, $\left[\Phi : d.\rho^{\frac{1}{\alpha}-1}\right]$ reste compris entre deux limites positives au voisinage de z_0 dans D $[\rho = |z - z_0|]$. Excluons de D le voisinage, de rayon ε, de tous les points de jonction d'un arc F_1 avec un arc F_2; soit D_ε le domaine obtenu.

a. Si *tous les arcs* F_1 *appartenant à la frontière de* D_ε *sont à tangente lipschitzienne sans points anguleux*, $[\Phi(z) : d]$ a dans D_ε une *borne inférieure* $\lambda(D, \varepsilon)$ et une *borne supérieure* $\lambda_1(D, \varepsilon)$ positives et finies, on a, dans D_ε,

$$\log|f(z) : M| < \Lambda(D, \varepsilon).d.\log(m : M), \tag{3}$$

avec $\Lambda = \lambda(D, \varepsilon)$ si $m < M$, et $\Lambda = \lambda_1(D, \varepsilon)$ si $m > M$. Lorsque ε tend vers zéro, $\lambda_1(D, \varepsilon)$ devient infini, mais $\lambda(D, \varepsilon)$ peut rester fini et $> \lambda_0(D)$; alors (3) est vraie avec $\Lambda = \lambda_0(D)$ dans tout D.

b. Lorsque F_1 *comporte un nombre fini de points anguleux* $C_1, C_2, \ldots, C_k$, raccordant des arcs à tangente lipschitzienne, $\alpha_n\pi$ étant l'angle au point C_n et ρ_n la distance $\overline{C_n z}$, le rapport $\left[\Phi : d\prod_1^k \rho_n^{\frac{1}{\alpha_n}-1}\right]$ admet une borne inférieure, $\lambda'(D, \varepsilon)$ et une borne supérieure $\lambda'_1(D, \varepsilon)$ dans D_ε. On a, dans D_ε, la majorante

$$\log|f : M| < \Lambda'\left[d\prod_1^k \rho_n^{\frac{1}{\alpha_n}-1}\right]\log(m : M), \tag{4}$$

avec $\Lambda' = \lambda'(D, \varepsilon)$ si $m < M$, et $\Lambda' = \lambda'_1(D, \varepsilon)$ si $m > M$.

c. Lorsque *tous les arcs* F_1 *et tous les arcs* F_2 *sont à tangente lipschitzienne* sans points anguleux, en désignant par d_1 et d_2 les plus courtes distances à l'ensemble F_1 et à l'ensemble F_2, la considération de $[\Phi : d_1]$ et $[(1 - \Phi) : d_2]$ conduit à l'existence, dans D_ε, de deux bornes $A\delta$ et $A_1\delta$ pour le rapport $\Phi : (1 - \Phi)]$, avec $\delta = d_1 : d_2$. Il en résulte, dans D_ε,

$$\log|f : M| < [\beta\delta : (1 + \beta\delta)]\log(m : M) \tag{5}$$

avec $\beta = A(D, \varepsilon)$ si $m < M$, et $\beta = A_1(D, \varepsilon)$ si $m > M$, le facteur de $\log(m : M)$ dans la majorante (5) étant toujours entre 0 et 1.

d. Lorsque les arcs F_1 ou F_2, à tangente lipschitzienne, comportent un nombre fini de points anguleux, on remplace dans *c* et (5), chacune des quantités d_1 ou d_2 par un produit du type introduit dans *b* et (4).

e. Lorsqu'on fait sur F_1 et F_2 des hypothèses moins restrictives, on peut encore utiliser les majorantes précédentes lorsque Δ, intérieur à D, aboutit à des *points frontière de* D, de manière qu'on puisse encadrer Δ dans un

domaine analogue Δ' (aboutissant aux mêmes points frontière de D), mais ayant des frontières du type a, b, c, ou d, par exemple des frontières analytiques. On fait alors une majoration grossière pour Δ' (voir le Mémoire détaillé) et l'on *appliqué à Δ' les majorantes précédentes* afin d'avoir dans Δ une majorante plus précise.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'écoulement permanent avec tourbillons isolés.* Note de M. **R. Mazet**.

Considérons l'écoulement plan d'un liquide parfait entre parois polygonales depuis l'infini (A) jusqu'à l'infini (B) et supposons qu'en un seul point P du contour (ou en deux points symétriques, P et P', si le mouvement admet un axe de symétrie Ox) l'angle de deux côtés consécutifs soit saillant vers le liquide. S'il n'y a pas de symétrie préalable, introduisons-la en prenant le symétrique du mouvement donné par rapport à l'un des côtés de la paroi convexe, côté que nous supprimerons ensuite.

Il est bien connu que toutes les solutions donnant un écoulement à sens unique le long des parois (sauf éventuellement sur Ox) conduisent à une vitesse infinie en P et P', donc sont physiquement à rejeter. Pour légitimer le changement de sens de l'écoulement en P et P', on a recours à l'hypothèse soit d'un sillage partant de P et de P', soit de tourbillons isolés situés au voisinage de ces deux points. Plaçons-nous dans ce dernier cas : s'il s'agit d'un mouvement permanent, la vitesse de déplacement des tourbillons devra être évidemment nulle.

Faisons la représentation conforme du domaine liquide (D) du plan $z = x + iy$ sur la bande (Δ) du plan $\zeta = \xi + i\eta$ limitée par les deux droites $\eta = \pm\frac{\pi}{2}$, de telle sorte que le liquide s'écoule de gauche à droite et que P et P' aient pour images p et p' d'affixes $\pm i\frac{\pi}{2}$. Plaçons en deux points conjugués t et t', d'affixes $\alpha \pm i\beta$ pour le moment arbitraires $\left(0 < \beta < \frac{\pi}{2}\right)$, deux tourbillons ponctuels d'intensités I et $-$I. L'écoulement tourbillonnaire le plus simple sera représenté dans la bande (Δ) par la superposition de deux mouvements : a. le mouvement de centres tourbillonnaires t et t', le liquide étant en repos à l'infini ; b. un courant d'ensemble parallèle à l'axe des ξ et de vitesse uniforme $\frac{q}{\pi}$ $(q > 0)$.

On aura alors, en appelant f le potentiel complexe,

$$\frac{df}{d\zeta} = \frac{I}{2\pi}\frac{\sin 2\beta}{\operatorname{sh}(\zeta-\zeta_1)\operatorname{sh}(\zeta-\zeta_1')} + \frac{q}{\pi} \qquad (\zeta_1 = \alpha + i\beta,\ \zeta_1' = \alpha - i\beta).$$

Déterminant q par la condition que $\frac{df}{d\zeta} = 0$ pour $\zeta = i\frac{\pi}{2}$, puis calculant la vitesse de déplacement (u_1', v_1') du tourbillon t dans le plan ζ, on obtient :

$$u_1' - iv_1' = \lim_{\zeta=\zeta_1}\left[\frac{df}{d\zeta} - \frac{I}{2i\pi}\frac{1}{\zeta-\zeta_1}\right] = \frac{I}{2\pi}\frac{\operatorname{ch}2\alpha\cos 2\beta + \sin^2 2\beta + 1}{(\operatorname{ch}2\alpha + \cos 2\beta)\sin 2\beta}.$$

Pour en déduire la vitesse (u_1, v_1) du tourbillon T dans le plan z, il suffit d'appliquer la formule connue

$$u_1 - iv_1 = (u_1' - iv_1')\left(\frac{d\zeta}{dz}\right)_1 + \frac{I}{4i\pi}\left(\frac{d}{dz}\log\frac{d\zeta}{dz}\right)_1 \quad [1].$$

Pour que cette vitesse soit nulle, il faut et il suffit, $\left(\frac{d\zeta}{dz}\right)_1$ étant forcément fini, que l'on ait

$$(1) \qquad \left(\frac{d}{d\zeta}\log\frac{dz}{d\zeta}\right)_1 = 2i\frac{\operatorname{ch}2\alpha\cos 2\beta + \sin^2 2\beta + 1}{(\operatorname{ch}2\alpha + \cos 2\beta)\sin 2\beta}.$$

La fonction $\frac{dz}{d\zeta}$ de ζ une fois déterminée, la relation (1) fournit un système de deux équations entre α et β. A chaque solution correspond, dans le domaine (D), un écoulement permanent physiquement acceptable, sauf, bien entendu, au voisinage immédiat des points T et T′ (qui schématisent deux tourbillons de dimensions finies).

Voici une application simple de ce procédé qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalée : Soit un liquide qui s'écoule dans un canal rectiligne de largeur $2a$ devenant, par un *élargissement* brusque et symétrique à angles droits, un canal rectiligne de largeur $2b$. On trouve aisément

$$\frac{dz}{d\zeta} = \frac{k}{\sqrt{1 - \cos\Theta_0 \operatorname{th}\zeta}} \qquad \left(k : \text{facteur d'homothétie; on a posé } \frac{b}{a} = \cot\frac{\Theta_0}{2}\right).$$

En appliquant (1) et séparant le réel de l'imaginaire, on obtient, après un calcul simple, les deux équations

$$\operatorname{ch}2\alpha\cos 2\beta + 2\sin^2 2\beta + 1 = 0,$$
$$2(\operatorname{ch}2\alpha + \cos 2\beta) - 3\cos\Theta_0\operatorname{sh}2\alpha = 0,$$

[1] Pour cette formule et les précédentes, voir HENRI VILLAT, *Leçons sur la Théorie des Tourbillons*, Chap. VII (Paris, Gauthier-Villars, 1930).

d'où l'on tire sans difficulté

$$\sin 2\beta = \frac{\sqrt{5}}{2}\cot\Theta_0, \qquad \operatorname{sh} 2\alpha = -\frac{2\sin^2 2\beta}{\cos\Theta_0 \cos 2\beta} \qquad \left(\cos 2\beta < 0 : \frac{\pi}{4} < \beta < \frac{\pi}{2},\ \alpha > 0\right).$$

Pour que la solution existe, il faut et il suffit que l'on ait

$$\cot\Theta_0 < \frac{2}{\sqrt{5}}, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad \frac{b}{a} < \sqrt{5}.$$

En supprimant le mouvement du côté $y < 0$ de l'axe des x et complétant le reste par symétrie par rapport à la droite $y = b$, on obtient l'écoulement dans un canal rectiligne de largeur $2b$, barré d'un obstacle rectangulaire très allongé vers la gauche et de largeur $2a$. Comme cas-limite, les parois du canal peuvent être rejetées à l'infini.

ASTRONOMIE. — *Sur un développement des équations de l'homologie, à la base de la méthode des dépendances.* Note ([1]) de M. **J.-Ph. Lagrula**, présentée par M. E. Esclangon.

I. Soit C le centre d'un cliché d'observation, tableau P, de perspective par projection centrale, dont le point de vue est L, lieu d'observation, l'éloignement LC = R, distance focale, et qui représente l'aspect local A, du ciel à l'époque T; appelons E les images des étoiles de repère auxquelles nous rapportons un objet par la méthode des dépendances, et x, y leurs coordonnées relevées dans un système xOy, absolument quelconque, en employant même des échelles de modules distincts : hR pour x, kR pour y, au lieu de R, module naturel. Accentuons les lettres pour désigner les mêmes données relatives au cliché de comparaison P′.

II. Parallèlement à P′, et tangentiellement en C_1, à la sphère de centre L, et de rayon R, unique module d'échelle *ici*, adjoignons au tableau P un plan fictif Q, de perspective simultanée de l'aspect A du ciel. Prenons le centre S, de l'homologie ainsi définie, pour origine commune de deux systèmes de coordonnées rectangulaires : XSY, dans P, et X′SY′, dans Q, les Y, Y′ étant respectivement comptées suivant $\overline{CS}$, $\overline{SC_1}$, et les X, X′ suivant l'axe d'homologie. Toutes les quantités telles que X, hx, ... sont notablement plus petites que l'unité, de même que le sinus de l'angle α des tableaux.

([1]) Séance du 6 octobre 1930.

III. Dans les aires plus loin définies, nous supposons essentiellement les x', y', et les X', Y', en correspondance homographique *simple*, c'est-à-dire sur des tableaux parallèles, les coordonnées indemnes ou corrigées de l'effet non linéaire des altérations circonstancielles de tout ordre.

IV. On passe des X, Y aux x, y par une substitution de la forme

$$X = X_0 + hx\cos\theta - ky\sin\omega, \qquad Y = Y_0 + hx\sin\theta + ky\cos\omega,$$

et des X', Y' aux X, Y par les équations fondamentales de l'homologie par perspective centrale

$$X' = X : (1 + Y\sin\alpha), \qquad Y' = Y : (1 + Y\sin\alpha),$$

développables en séries convergentes suivant les puissances et produits de hx, ky. Au lieu d'opérer ainsi, procédons en incorporant dans les variables une partie des termes d'ordre supérieur qui apparaissent dans les développements directs. En limitant cette incorporation au second ordre, on est conduit à prendre comme nouvelles variables hu, kv, définies par les expressions

$$(1) \qquad \begin{cases} u = x - Ax^2 - Bxy, & v = y - Axy - By^2, \\ A = h\sin\alpha\sin\theta, & B = k\sin\alpha\cos\omega. \end{cases}$$

Les développements se présentent alors sous la forme

$$(2) \qquad X' = au + bv + c + \Delta, \qquad Y' = a'u + b'v + c' + \Delta';$$

a, b, c, a', b', c' sont des constantes dont la structure n'intervient pas ici, et Δ, Δ' les restes dont la partie principale peut s'écrire

$$\Delta = Y(Y - Y_0)(X - X_0)\sin^2\alpha, \qquad \Delta' = Y(Y - Y_0)^2\sin^2\alpha.$$

V. Posons $OE = \lambda$; la grandeur du vecteur résultant de ces restes est, en minutes d'arc, inférieure à $\varepsilon = (\lambda + Y_0)\lambda^2\alpha^2\sin^4 1'$. Pour une valeur α donnée, cette équation définit *autour de l'origine* O un cercle de rayon λ, dans lequel *tous les objets mesurés* doivent être situés pour que l'erreur commise en négligeant les restes ne dépasse pas ε. Dans cette aire, les X', Y' s'expriment linéairement en u, v, et, vu III, tout aussi bien les x', y', savoir avec six nouvelles constantes :

$$x' = p(x - Ax^2 - Bxy) + q(y - Axy - By^2) + r,$$
$$y' = p'(x - Ax^2 - Bxy) + q'(y - Axy - By^2) + r'.$$

VI. Pour $X - X_0 = Y - Y_0 = 0$, les restes sont nuls.

De ce chef, il est avantageux de prendre pour origine O l'un des objets

mesurés communs aux deux clichés, donc l'une des étoiles de repère; *ce choix, qui assure le maximum de liberté* dans la sélection de ces étoiles, *s'impose*, d'ailleurs, par la simplification que cela introduit dans l'application de la méthode des dépendances. L'aire dont on dispose *alors* est assez considérable pour qu'il n'y ait jamais lieu de s'en préoccuper, car aux coins d'un cliché carré de 12° de champ, pour $\varepsilon = 0',001$ et $\alpha = 500'$, on a déjà $\lambda = 42'$. Donc, pratiquement, *à condition de prendre pour origine l'une des étoiles de repère*, l'homologie est *toujours au moins* réductible à l'homographie simple par le mode de correction (1) usuel, mais dont il restait à démontrer l'invariance et la légitimité de son application directe aux mesures brutes relevées suivant des axes et à des échelles quelconques.

VII. Le vecteur résultant des termes du second degré est inférieur à $\varepsilon = \alpha\lambda^2 \sin^2 1'$, équation qui définit, de la même manière, l'aire *d'assimilation licite* de l'homologie à l'homographie linéaire, pour une erreur vectorielle tolérable ε. Aux coins d'un cliché de 2° de champ, pour $\varepsilon = 0',001$ et $\alpha = 85'$, on a $\lambda = 11'$, aire de sélection encore suffisante en général.

VIII. Le développement (2), qui dégage les deux modalités d'emploi légitime de la méthode des dépendances en coordonnées cartésiennes, entre des limites correctement assignables et toujours suffisantes, était à la base de notre dernière Note aux *Comptes rendus* (189, p. 88).

ÉLECTRICITÉ. — *Appareils de mesures électriques s'adaptant aux électro-aimants.* Note de M. **L. Quevron**, presentée par M. A. Cotton.

Dans une précédente Note [1] nous avons envisagé la transformation en galvanomètre ou millivoltmètre des électro-aimants existant déjà dans les laboratoires. Cette transformation, applicable aux appareils à pivots ou à suspension, a été faite à Bellevue, avec la maquette de l'électro-aimant de l'Académie des Sciences.

Appareils à pivots. — Le cadre se déplace dans un champ magnétique radial obtenu par un centrage rigoureux des pièces délimitant l'entrefer. Ces pièces, comme on l'a vu, forment un bloc que l'on glisse entre les pièces polaires.

L'appareil réalisé possède les constantes suivantes :

---

(1) L. Quevron, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1039. M. d'Arsonval avait déjà réalisé des galvanomètres à électro-aimants : une très grande sensibilité n'a pu être obtenue que grâce aux précautions prises.

Le système mobile constitué par un cadre rectangulaire (41×55^{mm}) pèse 2^g et comporte 100 spires de 10/100. La résistance intérieure est de 40 ohms, les spiraux d'amenée de courant, en bronze, situés l'un au-dessus, l'autre au-dessous du cadre présentent un moment de torsion de deux dynes pour une torsion de 90°. La durée d'oscillation qui est de 15 secondes en circuit ouvert tombe à 3 secondes en shuntant le cadre avec 40000 ohms.

Le cadre d'épaisseur 1^{mm} se déplace dans un entrefer de $1^{mm},5$ ou l'on crée un champ de 35000 gauss.

Résultats. — La rotation du cadre est mesurée à l'aide d'un miroir concave de 2^m de rayon de courbure. Un montage potentiométrique permet de faire varier d'une façon connue l'intensité du courant qui traverse le cadre. On a une déviation de 22^{mm} pour un courant de 0,25 microampère.

Les déviations sont proportionnelles aux intensités. L'appareil très fidèle (le spot reprend sa position d'équilibre à $0^{mm},5$ près), permet de déceler un courant de $5 . 10^{-9}$ ampère et par suite une puissance de 10^{-15} watt.

Appareil à suspension. — On peut utiliser aussi, au lieu d'un champ radial donné par des pièces polaires spéciales, un champ uniforme que l'on peut obtenir avec les électro-aimants en faisant sortir plus ou moins des cônes polaires, les parties cylindriques des pièces polaires. MM. Cotton et Dupouy (¹) ont obtenu, par exemple, un champ magnétique très uniforme avec des pièces de 6^{cm} de diamètre et un entrefer de 1^{cm}, le champ étant voisin de 49000 gauss. Cette remarque permet de transformer plus facilement encore l'électro-aimaut en appareil de mesures : on supprime le bloc de fer doux et l'on place directement le cadre dans le champ uniforme ainsi réalisé.

Notre essai a été fait encore sur la maquette. Le cadre carré de 1^{cm} de côté comprend 100 spires de 6/100 et pèse $0^g,26$ y compris le miroir de 2^m de rayon de courbure. Le fil de suspension en bronze (longueur 20^{cm}, largeur $0^{cm},02$, épaisseur $0^{cm},01$) n'est pas tendu pour ne pas diminuer la sensibilité. La durée d'oscillation est de 2 secondes en circuit ouvert, la résistance intérieure est de 20 ohms. L'équipage mobile est monté dans un tube qui est fixé à l'aide d'un collier sur le noyau de l'une des pièces polaires.

L'entrefer de 11^{mm} est limité par les faces terminales planes des noyaux (diamètre 61^{mm}) sortis de 15^{mm} par rapport aux cônes polaires et le champ est de 27000 gauss.

Les déviations lues ont été encore proportionnelles aux intensités et le déplacement du spot (1^{mm} à 2^m) correspond à un courant de $4 . 10^{-9}$ amp.,

---

(¹) A. COTTON et G. DUPOUY, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 544.

soit à une puissance de $3,2.10^{-16}$ watt. Il serait possible d'obtenir mieux avec un fil de suspension plus fin et des noyaux de plus faible diamètre; en outre on aurait, d'après les mesures rapportées plus haut, un champ presque double avec le gros électro-aimant lui-même.

ÉLECTRONIQUE. — *Évaluation statistique de l'énergie d'interaction de Coulomb dans une molécule.* Note de M. L. **Goldstein**, présentée par M. M. de Broglie.

On a vu dans des Notes précédentes (¹) que l'application de la méthode statistique se limite à des approximations dans le problème de distribution de potentiel et de charge moléculaire. Mais la fonction de répartition atomique de Fermi permet de calculer l'énergie de Coulomb des deux atomes qui jusqu'à présent échappait presque au calcul direct.

Comme la fonction de répartition contient implicitement l'interaction des électrons atomiques entre eux, ainsi qu'avec le noyau, l'énergie de Coulomb calculée par la fonction de Fermi doit donner une représentation du couplage électrique qui ne diffère pas beaucoup de la réalité. Il est peu probable que les forces de liaison quantiques (échange) se soumettent à l'analyse statistique. Les forces de liaison homopolaire de Heitler et London n'apparaissent que dans les intégrales d'échange des fonctions d'onde des électrons individuels.

Soient Z_1 et Z_2 les numéros atomiques des deux atomes formant la molécule. En un point (r_1, r_2) ou $\left(r, \sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}\right)$ il se trouve une quantité de charge élémentaire du premier atome,

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} n[v_1(r)]\,d\tau &= abe^{\frac{3}{2}}v_1(r)^{\frac{3}{2}}\,d\tau \\ &= \frac{2^{\frac{9}{2}}m^{\frac{3}{2}}\pi e^{\frac{3}{2}}}{3h^3}\,v_1^{\frac{3}{2}}, \end{aligned}\right.$$

où $v_1(r)$ est le potentiel créé par le premier atome à la distance r du noyau, défini par

$$(2)\qquad v_1(r) = \frac{Z_1' e}{r} = \frac{Z_1 e}{r}\varphi\left(\frac{r}{\mu_1}\right).$$

Cette charge se trouve dans un champ de potentiel $v_2\left(\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}\right)$

(¹) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1502-1504; **191**, 1930, p. 521.

dû à l'atome Z_2 et défini par

$$(3)\quad v_2 = \frac{Z_2 e}{\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}} = \frac{Z_2 e}{\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}}\,\varphi\left(\frac{\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}}{\mu_2}\right).$$

L'énergie potentielle de la charge (1) dans le champ (3) sera (¹)

$$(4)\quad \delta W_1 = n(v_1)v_2\,d\tau = \frac{2^{\frac{9}{2}}\pi m^{\frac{3}{2}}e^4}{3h^3}\,\frac{Z_1^{\frac{3}{2}}Z_2}{r^{\frac{3}{2}}\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}}\left[\varphi\left(\frac{r}{\mu_1}\right)\right]^{\frac{3}{2}}\varphi\left(\frac{\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}}{\mu_2}\right)d\tau.$$

Posant

$$\frac{2^{\frac{9}{2}}\pi m^{\frac{3}{2}}e^4}{3h^3} = C$$

et se rappelant que

$$\frac{1}{r^{\frac{3}{2}}\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}} = \Sigma_i P_i(\cos\theta)\frac{r^{i-\frac{3}{2}}}{d^{i+1}}$$

on aura

$$(5)\quad \delta W_1 = C.Z_1^{\frac{3}{2}}Z_2\int\left\{\left[\varphi\left(\frac{r}{\mu_1}\right)\right]^{\frac{3}{2}}\varphi\left(\frac{\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}}{\mu_2}\right)\Sigma_i P_i(\cos\theta)\frac{r^{i-\frac{3}{2}}}{d^{i+1}}\right\}d\tau,$$

et l'énergie potentielle du premier atome dans le champ de l'autre sera

$$(6)\quad W_1 = C.Z_1^{\frac{3}{2}}Z_2\int\left\{\left[\varphi\left(\frac{r}{\mu_1}\right)\right]^{\frac{3}{2}}\varphi\left(\frac{\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}}{\mu_2}\right)\Sigma_i P_i(\cos\theta)\frac{r^{i-\frac{3}{2}}}{d^{i+1}}\right\}d\tau.$$

On trouve de même pour l'énergie potentielle du deuxième atome dans le champ du premier

$$(7)\quad W_2 = C.Z_1 Z_2^{\frac{3}{2}}\int\left\{\left[\varphi\left(\frac{r}{\mu_2}\right)\right]^{\frac{3}{2}}\varphi\left(\frac{\sqrt{d^2+r^2-2dr\cos\theta}}{\mu_1}\right)\Sigma_i P_i(\cos\theta)\frac{r^{i-\frac{3}{2}}}{d^{i+1}}\right\}d\tau,$$

où l'origine des coordonnées se trouve maintenant au noyau de l'atome Z_2. On aura donc pour l'énergie coulombienne totale de la molécule en fonction de la distance nucléaire

$$(8)\quad W_{Z_1Z_2}(d) = W_1(d) + W_2(d) = C.Z_1Z_2\left(Z_1^{\frac{1}{2}} + Z_2^{\frac{1}{2}}\right)(I_1 + I_2),$$

(¹) La déformation des potentiels ne se faisant sentir que sur les électrons de liaison, il est assez légitime de prendre les distributions indépendantes pour le calcul : que la forme de $n(v)$ reste invariante sous l'action d'un champ électrique; a été montré par L. Brillouin : *Les statistiques quantiques*, p. 280.

où I_1 et I_2 désignent les intégrales figurant dans W_1 et W_2 respectivement.

Pour une molécule homopolaire $Z_1 = Z_2 = Z$, comme $I_1 = I_2 = I$, nous obtenons

$$(9)\quad W_{ZZ}(d) = 2C.Z^{\frac{5}{2}} \int \left\{ \left[\varphi\left(\frac{r}{\mu}\right) \right]^{\frac{3}{2}} \varphi\left(\frac{\sqrt{d^2 + r^2 - 2\,dr\cos\theta}}{\mu} \right) \Sigma_i P_i(\cos\theta)\, \frac{r^{i-\frac{3}{2}}}{d^{i+1}} \right\} d\tau.$$

Comme la forme analytique de la fonction φ est inconnue le calcul des intégrales est très laborieux car il ne peut s'effectuer que numériquement.

Il semble nécessaire de trouver une forme analytique approchée de la fonction φ qui simplifierait beaucoup les calculs de ce genre. On conçoit l'intérêt que présente l'application de la fonction φ dans le calcul du potentiel moléculaire des molécules polyatomiques ou pour le calcul du potentiel électrostatique (indice des ondes de de Broglie) des réseaux cristallins.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Explication des phénomènes complexes observés pendant le revenu des aciers hypertrempés.* Note de MM. **Albert Portevin** et **Pierre Chevenard**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons décrit (¹) le mécanisme du revenu des austénites hypereutectoïdes, et nous avons ramené les phénomènes observés à trois réactions élémentaires de décomposition de la solution γ sursaturée en carbone :

Réaction.	Condition d'observation.	Changement de volume.
I. Solution sursaturée $\gamma \rightarrow$ cémentite + solution γ moins carburée....	Pendant la chauffe	Contraction
II. Solution $\gamma \rightarrow$ cémentite + solution α peu carburée..................	Pendant la chauffe	Expansion
III. Solution $\gamma \rightarrow$ solution α...........	Pendant le refroidissement	Forte expansion : Ar''

Laissant de côté, cette fois, la troisième réaction qui est celle de la trempe secondaire, nous envisagerons les deux réactions I et II, que l'on peut faire correspondre aux deux étapes, indiquées par le diagramme d'équilibre, pour le passage de la solution γ stable à chaud à l'agrégat « phase α + cémentite » stable à froid.

(¹) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1670; **191**, 1930, p. 252 et 408.

Au cours du revenu isotherme d'une austénite, étudié par la méthode dilatométrique ordinaire, on observe en général une expansion ou une contraction, et l'on peut être tenté d'attribuer ce changement de longueur exclusivement à l'une ou à l'autre des réactions I et II; parfois aussi, un changement de sens de la manifestation dilatométrique semble montrer la succession des deux réactions. Un perfectionnement de la technique expérimentale conduit à une représentation plus exacte des phénomènes et permet d'affirmer *la simultanéité des deux réactions, qui se superposent avec des amplitudes et des vitesses variables selon la température :* il consiste à enregistrer la variation de longueur de l'échantillon, en fonction du temps, au cours du revenu isotherme.

Le dilatomètre différentiel est alors muni d'un châssis spécial, dans lequel une plaque photographique peut se déplacer à vitesse constante par le jeu d'un mouvement d'horlogerie; par construction, l'axe des temps est exactement parallèle à l'axe des températures, et il est orienté en sens opposé pour tirer le meilleur parti de la plaque sensible. Le chariot porte-plaque, immobile durant la chauffe, est mis en mouvement au début du revenu isotherme, puis ramené au point de départ pour l'enregistrement de la courbe de refroidissement.

Dans le cas simple d'une seule réaction, telle que la précipitation d'un constituant à partir d'une solution solide sursaturée, la marche du phénomène est traduite par une courbe « dilatation-temps » telle que A (*fig.* 1).

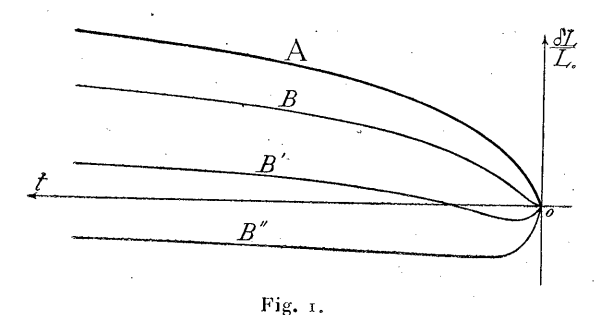


Fig. 1.

Aux températures peu élevées, et tant que le système est encore éloigné de son état d'équilibre, cette courbe est sensiblement une logarithmique $\frac{\delta L}{L} = a \log(1 + bt)$; cette relation s'applique, par exemple, à l'instabilité des ferronickels additionnés de carbone [1], au durcissement par précipitation

---

[1] Ch.-Ed. Guillaume, *Changements progressifs de l'invar* (*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, 17, 1927, p. 117).

de Mg^2Si ou de Al^2Cu des alliages légers trempés [1], etc. Aux températures élevées, où l'équilibre est atteint rapidement, la courbe A se rapproche plutôt d'une exponentielle $\frac{\delta L}{L_0} = \alpha(1 - e^{-\beta t})$. Quoi qu'il en soit, si deux réactions simples se superposent, on peut prévoir l'allure de la courbe résultante : les courbes B, B′, B″ ont été tracées dans l'hypothèse de deux réactions inégalement rapides, affectées de changements de longueur de sens opposés.

Or, dans le revenu des austénites hypereutectoïdes, l'expérience donne (*fig.* 2) des courbes *abc*, *a′b′c′* de même allure que les courbes B : il y a

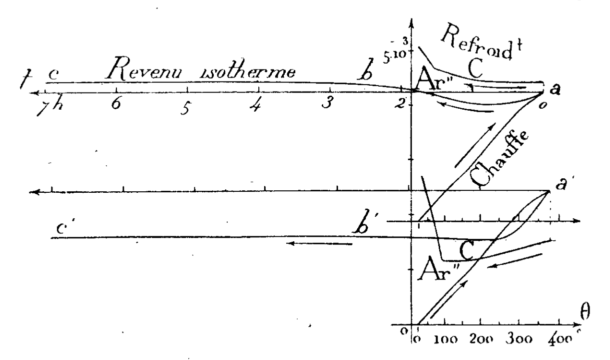


Fig. 2. — Courbes « dilatation-température » et « dilatation-temps » enregistrées au cours du revenu d'un acier à 1,5 % C et 2 % Cr hypertrempé.

donc deux réactions simultanées. Ces deux réactions ne sont autres que I et II, car la première est prouvée par l'apparition de l'anomalie C de la cémentite sur la courbe de refroidissement, et la seconde, c'est-à-dire la formation de la phase α, par une réduction de la dilatabilité après revenu.

On arrive ainsi à une interprétation simple et contrôlée des phénomènes complexes du revenu des austénites, en ne faisant appel qu'à des réactions déduites du diagramme d'équilibre.

---

(1) A. Portevin et P. Chevenard, *A dilatometric study of the transformations and thermal treatment of light alloys of aluminium* (*Journ. Inst. Metals*, 30, 1923, p. 329). — P. Chevenard, A. Portevin et X. Waché, *Dilatometric study of some univariant two-phase reactions* (*Journ. Inst. Metals*, 42, 1929, p. 337).

COLLOÏDES. — *Étude microphotométrique des anneaux de Liesegang.* Note (¹) de Mlle **Suzanne Veil**, présentée par M. G. Urbain.

Dans la présente étude, nous avons appliqué la méthode microphotométrique aux phénomènes périodiques découverts par Liesegang (²), concernant la précipitation au ralenti de certaines substances au sein de la gélatine.

De la gélatine, imprégnée de bichromate de potassium, a été coulée sur une plaque de verre. Après un temps convenable, une goutte de nitrate d'argent a été déposée sur la préparation.

Après dessiccation complète, l'examen microscopique de la plaque a révélé des anneaux sombres successifs, déjà très perceptibles à l'œil nu. Dans les régions intermédiaires, en particulier dans les plus lointaines, on discerne des anneaux secondaires relativement clairs, et répartis, en première approximation, de manière assez uniforme.

La plaque a été étudiée, en outre, au moyen du microphotomètre

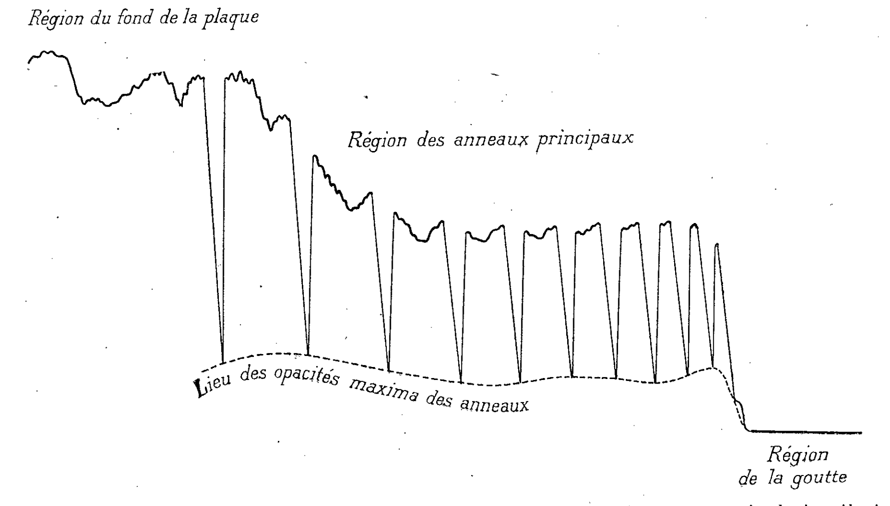


Fig. 1. — Précipitation du bichromate de potassium par le nitrate d'argent au sein de la gélatine. Enregistrement microphotométrique des anneaux de Liesegang.

Lambert et Chalonge, à cellule photo-électrique. Sur l'enregistrement photographique (*fig.* 1), les parties les plus sombres des anneaux princi-

(¹) Séance du 6 octobre 1930.
(²) *Phot. Archiv*, 1896, p. 221; *Z. physik. Chem.*, **88**, 1914, p. 1.

paux fournissent des angles vifs. Le premier anneau, à peine détaché de la goutte elle-même, est en quelque sorte atrophié, et le microphotomètre ne le trahit que par une encoche. D'autre part, sur les traits se rapportant aux parties claires de la plaque, on distingue des dentelures signalant les anneaux secondaires. Le microphotomètre révèle des anneaux secondaires que le microscope n'avait pas permis de déceler dans les régions claires voisines de la goutte.

Comme on le voit d'après le courant photo-électrique qu'elle détermine, l'opacité des anneaux principaux, dont le lieu est tracé en pointillé, varie relativement peu. Toujours inférieure à celle de la goutte elle-même, elle subit, à partir du premier anneau régulièrement formé, une série d'oscillations de plus en plus étalées, comme le montre la figure 1.

Du point de vue distribution, les anneaux principaux s'écartent à mesure qu'ils s'éloignent de la goutte. Ils se succèdent suivant une loi simple. Les racines carrées de leurs distances mutuelles sont en progression arithmé-

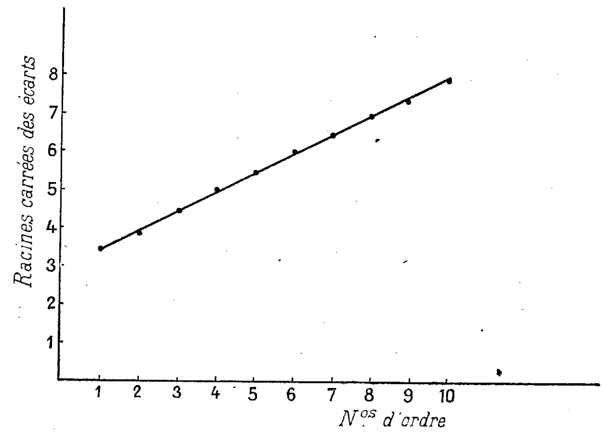


Fig. 2. — Loi de succession des anneaux de Liesegang.

tique, comme le montre le graphique (*fig.* 2), où l'on a porté en abscisses les numéros d'ordre des anneaux et en ordonnées les racines carrées des distances mutuelles : la courbe obtenue est une ligne droite. En d'autres termes, la variation de l'écart entre anneaux successifs, en fonction du numéro d'ordre, se traduit graphiquement par un arc de parabole.

Lorsqu'au bichromate de potassium, on substitue le chromate du même métal, les anneaux de Liesegang deviennent plus nombreux et plus fins. Le chromate d'argent ne précipite donc pas suivant la même cinétique selon qu'il provient de l'un ou de l'autre des deux sels.

COLLOÏDES. — *Sur la floculation des sols d'hydrate ferrique par divers électrolytes et la loi de Schultze-Hardy*. Note de MM. **Augustin Boutaric** et **Jean Bouchard**, présentée par M. C. Matignon.

I. Dans la floculation d'un colloïde par un électrolyte, l'ion actif est celui qui possède une charge électrique de signe contraire à celle du granule colloïdal. On admet assez généralement, depuis Schultze et Hardy, que l'activité de l'ion croît beaucoup avec sa valence. La loi de Schultze-Hardy a été vérifiée approximativement sur les colloïdes négatifs et notamment sur l'hydrosol de sulfure d'arsenic, mais peu d'expériences d'ensemble ont été faites sur les colloïdes positifs.

A la suite de recherches sur la floculation de l'hydrosol d'hydrate ferrique par des sels alcalins des anions

$$SO^{4=},\ C^6H^5O^{7\equiv},\ CrO^{4=},\ CO^{3=},\ PO^{4\equiv},\ OH^-,\ Fe(CN)^{6\equiv},\ Ag(CN)^{2-},\ NO^{3-},$$

Jacques Duclaux ([1]) a constaté que les pouvoirs floculants rapportés à une valence-gramme étaient extrêmement voisins pour les divers anions sauf pour les deux derniers, ce qui pouvait conduire à attribuer la floculation à une réaction chimique entre l'électrolyte floculant et l'électrolyte toujours présent dans la micelle.

II. Nous nous sommes proposé de reprendre ces expériences en utilisant comme électrolytes floculants un nombre aussi grand que possible de sels constitués par des anions de natures très variées, associés à un cation alcalin (le plus souvent K^+) afin d'éliminer l'influence possible de l'ion inactif.

L'hydrosol utilisé, préparé par hydrolyse à chaud d'une solution de Fe^2Cl^6, avait une concentration en Fe^2O^3 de $1^g,28$ par litre. Nous avons déterminé la dose floculante, suivant la méthode mise au point antérieurement par l'un de nous ([2]), en mesurant les durées de floculation pour diverses concentrations d'électrolyte et relevant sur la courbe représentative des résultats la valeur de la concentration pour laquelle la durée de floculation est infinie.

Le tableau suivant, qui résume les mesures faites, donne la concentration c en valences-grammes par litre d'un mélange à volumes égaux de

---

([1]) J. Duclaux, *Journal de Chimie physique*, 5, 1907, p. 36.

([2]) A. Boutaric et M. Villaume, *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 1293.

l'hydrosol et de la solution électrolytique correspondant à la limite de floculation.

Électrolytes I.	c.	Électrolytes I.	c.
KCl	80 . 10^{-3} V	KF	1,24 . 10^{-3} V
KI	77,8 . 10^{-3} V	KOH	0,36 . 10^{-3} V
KBr	73,6 . 10^{-3} V	KCN	0,35 . 10^{-3} V
KNO^3	73,6 . 10^{-3} V	$Na^2S^2O^3$	0,75 . 10^{-3} V
$KClO^3$	72,8 . 10^{-3} V	$NaHSO^2$	0,72 . 10^{-3} V
$KClO^4$	72,8 . 10^{-3} V	K^2CO^3	0,36 . 10^{-3} V
KCNS	24,8 . 10^{-3} V	K^2SO^4	0,36 . 10^{-3} V
$KMnO^4$	6 . 10^{-3} V	K^2CrO^4	0,35 . 10^{-3} V
KCH^3CO^2	6 . 10^{-3} V	K^3PO^4	0,36 . 10^{-3} V
KH^2PO^2	5,8 . 10^{-3} V	$K^3C^6H^5O^7$	0,34 . 10^{-3} V

III. Ces résultats établissent que la floculation ne saurait être considérée comme une réaction chimique entre l'électrolyte introduit et l'électrolyte toujours présent dans la micelle, dont il constitue ce qu'on appelle souvent la partie active. Si les valeurs relatives aux ions :

$$SO^{4=},\quad C^6H^5O^{7\equiv},\quad CrO^{4=},\quad CO^{3=},\quad PO^{4\equiv},\quad OH^-,\quad Fe(CN)^{6=},$$

sur lesquels avait opéré principalement J. Duclaux pouvaient conduire à une telle interprétation, ceux que fournissent les autres anions lui sont nettement défavorables.

Nos résultats ne s'accordent pas davantage avec la règle de Schultze-Hardy, d'après laquelle le pouvoir floculant d'un électrolyte serait à peu près entièrement déterminé par la valence de l'ion actif. Sans doute obtient-on des nombres très voisins pour exprimer le pouvoir floculant d'un certain nombre d'ions monovalents :

$$Cl^-,\quad Br^-,\quad I^-,\quad NO^{3-},\quad ClO^{3-},\quad ClO^{4-},$$

mais les valeurs sont nettement discordantes avec CNS^-, et surtout avec

$$MnO^{4-},\quad CH^3CO^{2-},\quad PO^2H^{2-},\quad F^-,\quad OH^-,\quad CN^-.$$

Si la floculation peut être considérée comme due à la fixation par le granule d'ions de signe contraire à sa charge en nombre suffisant pour neutraliser cette charge; il semble que le pouvoir floculant d'un ion puisse dépendre de la facilité avec laquelle il est adsorbé par le granule. On sait peu de choses sur les lois relatives à l'adsorption. Il semble cependant que, toutes autres choses égales, les adsorptions croissent généralement avec la

complexité structurale du corps adsorbé. Effectivement, les nombres du tableau précédent montrent que, dans un certain nombre de cas tout au moins, le pouvoir floculant croît, à valence égale, avec la complexité de l'ion actif. C'est ce que confirme encore plus nettement l'expérience faite en prenant comme électrolyte floculant le jaune naphtol, sel de potassium d'un acide monovalent de poids moléculaire très élevé et de grande complexité, qui détermine la floculation pour une concentration de l'anion égale seulement à $0,04.10^{-3}$ valence-gramme par litre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le cobalticarbonate cobaltique.* Note de M. **Clément Duval**, présentée par M. Georges Urbain.

Divers expérimentateurs : Field, Durrant, André Job, Barbieri, Paul Job [1] ont montré qu'un sel cobalteux soumis à l'action d'un bicarbonate alcalin et de l'eau oxygénée donne une liqueur verte très instable. Son constituant n'était pas isolé. Cette solution est en effet altérée par la lumière et par la soude. Ces deux facteurs étant éliminés, j'ai pu obtenir, à l'état de pureté, le *cobalticarbonate cobaltique* $[Co(CO^3)^3]Co$ et l'étudier.

Dans l'obscurité complète, une solution aqueuse saturée de 5^g de chlorure cobalteux hexahydraté est traitée par une solution également saturée de 8^g de bicarbonate de *sodium*, puis par 50^{cm^3} d'eau oxygénée à 100^{vol}. Une minute après, l'effervescence étant à peine calmée, on verse lentement, tout en agitant, 100^g d'une solution aqueuse de glycérine de densité 1,262, destinée à enlever la soude. Le précipité formé au bout de quelques heures n'est pas gélatineux. Il est filtré et soigneusement lavé à l'alcool absolu. A partir de ce moment, on peut l'exposer à la lumière. J'en conserve ainsi, depuis trois ans, un échantillon, sans altération, dans un flacon bouché.

Le corps formé est une poudre vert olive, insoluble dans l'alcool absolu et dans l'eau pure qui produit rapidement sa décomposition; soluble dans les bicarbonates alcalins. Le cobalt y a été dosé par électrolyse et le gaz carbonique par la méthode de Frésenius.

	Calculé.	Trouvé.
Co	39,6	39,7
CO^2	44,29	42,98

(1) Field, *Journ. Chem. Soc.*, **14**, 1862, p. 48. — Durrant, *ibid.*, *Proc.*, **2**, 1896, p. 96. — André Job, *Thèse*, Paris, 1899, et *Ann. Phys. Chim.*, **20**, 1900, p. 205. — Barbieri, *Atti Accad. Lincei*, **7**, 1928, p. 747. — Paul Job, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 186.

Ce corps libère un poids d'iode montrant que tout le cobalt est bien à l'état trivalent (cobalt pour 100, 39,2). André Job est arrivé au même résultat par l'emploi du pyrophosphate ferreux. Les chiffres d'analyse nous conduisent alors à deux formules : d'abord à celle d'un *carbonate cobaltique* $(CO^3)^3Co^2$, d'autre part, à celle du *cobalticarbonate cobaltique* $[Co(CO^3)^3]Co$, à laquelle nous nous arrêtons pour diverses raisons.

1° La liqueur verte, au lieu d'être traitée par la glycérine, donne avec les chlorures de cobaltihexammine, de cobalti-éthylène diamine, de cobaltichloropentammine, des précipités verts, stables, insolubles, caractéristiques des cobaltisels. Leur analyse conduit aux formules respectives :

$$[Co(CO^3)^3][Co(NH^3)^6]; \quad [Co(CO^3)^3][CoEn^3]; \quad [Co(CO^3)^3]^2[CoCl(NH^3)^5]^3.$$

2° On passe facilement du cobalticarbonate à d'autres cobaltisels, en particulier, au cobalti-acétylacétonate, vert noir, isolé jadis par Urbain et Debierne [1].

3° Une expérience d'électrophorèse réalisée avec la liqueur verte montre la production d'un anion vert renfermant du cobalt. La priorité de ces deux dernières expériences revient toutefois à Barbieri (*loc. cit.*).

L'oxylithe utilisée à la place de l'eau oxygénée donne un précipité souillé d'hydroxyde cobaltique quelle que soit la rapidité de l'expérience. L'emploi de l'eau de chlore n'est pas, non plus, recommandable.

Un courant d'ozone fournit d'abord la liqueur verte, puis le carbone s'oxyde à son tour. Il se forme un complexe rose, insoluble auquel nous attribuons la formule d'un *cobaltipercarbonate* $[CoCO^4]Na$, en accord, d'ailleurs, avec la théorie de Magnus qui prévoit l'existence d'un percarbonate quadrivalent stable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation de l'aldéhyde benzoïque.* Note [2] de M. E. **Raymond**, présentée par M. G. Urbain.

L'oxydation de la benzaldéhyde à l'air est un phénomène connu depuis longtemps, mais ce n'est que tout récemment [3] que l'on a pu montrer de

---

(1) Urbain et Debierne, *Comptes rendus*, **129**, 1899, p. 304.

(2) Séance du 6 octobre 1930.

(3) Jorissen et Van der Beek, *Recueil des Travaux chimiques Pays-Bas*, **45**, 1926, p. 245, et **47**, 1928, p. 286.

manière certaine que l'acide perbenzoïque est le produit intermédiaire de cette oxydation, dont la cinétique reste encore assez obscure malgré les travaux de Reiff (1), Brunner (2) et Bäckström (3).

Ce dernier a prouvé cependant qu'il s'agit là d'une réaction par chaîne, mais ses conclusions ne peuvent être acceptées complètement, sans doute parce que l'aldéhyde qu'il a utilisée n'était pas suffisamment pure, ce qui est extrêmement important, car de faibles quantités de nombreux composés chimiques peuvent modifier énormément la vitesse d'oxydation : des traces d'acides ou de bases fortes, et même d'eau, la ralentissent beaucoup, tandis que des traces infimes de sels métalliques peuvent l'accélérer énormément (il suffit de moins d'un gramme de manganèse à l'état dissous pour entraîner l'oxydation sensible de 25 tonnes d'aldéhyde).

J'ai pu préparer une aldéhyde très pure en passant dans des conditions particulières par son dérivé bisulfitique et la séchant ensuite, d'abord par refroidissement, puis sur du pentoxyde de phosphore dont ou la sépare par distillation dans le vide.

Placée dans un tube de quartz et agitée à l'obscurité, dans une atmosphère d'oxygène, cette aldéhyde *ne s'oxyde pas*. Elle s'oxyde au contraire énergiquement, dans ces conditions, lorsqu'on l'éclaire ou si on l'additionne de traces de sels métalliques peroxydables.

Par contre, chauffée dans le vide ou exposée longtemps à la lumière, elle devient de moins en moins oxydable, par suite de la formation de stilbène, qui entrave son oxydation (antioxygène).

J'ai étudié quantitativement l'oxydation de l'aldéhyde pure, à la lumière, en utilisant le dispositif suivant :

L'aldéhyde est placée dans un large tube de quartz, bien sec, portant un robinet latéral et un long col étroit, fixé à un serpentin de cuivre, par où arrive l'oxygène, contenu dans une burette de Bunte. L'ampoule à réaction placée dans un bain à température constante, à 20^{cm} d'une lampe de 1000 watts, est animée d'un mouvement alternatif par un dispositif spécial d'agitation.

Dans ces conditions la vitesse d'oxydation d'une même masse d'aldéhyde décroît constamment au cours de la réaction. La courbe représentant la vitesse en fonction du temps est sensiblement une hyperbole équila-

(1) *American Chemical Society*, 48, 1926, p. 2893.
(2) *Helvetica Chimica Acta*, 10, 1927, p. 707.
(3) *American Chemical Society*, 49, 1927, p. 1.

tère $\sqrt[3]{t}.dv/dt = K$, K étant égal à 4 par centimètre cube d'aldéhyde, le temps exprimé en minutes.

Une telle décroissance du taux d'oxydation est due à la formation de faibles quantités de stilbène, et surtout à l'acide perbenzoïque qui s'accumule dans l'aldéhyde. J'ai pu le vérifier, en ajoutant à l'aldéhyde de l'acide perbenzoïque pur ou en détruisant par chauffage celui déjà formé : la réaction reprend ensuite sa vitesse initiale d'oxydation.

La propriété antioxygène du stilbène est commune à tous les composés éthyléniques : j'ai vérifié sur les composés suivants : styrolène, squalène, alcool allylique, acide oléique, fumarate, maléate et cinnamate d'éthyle, que c'est là une propriété de la double liaison.

J'ai comparé les propriétés antioxygènes de ces substances à celles des corps : hydroquinone, phénol, cyclohexanol, alcool propylique, et constaté que, toutes choses égales, les vitesses initiales d'oxydation s'expriment en fonction de la concentration c en antioxygène par l'équation

$$\text{Vitesse moyenne} = \frac{1}{e^{kc}}.$$

Cette loi statistique de désactivation des molécules activées par la substance antioxygène a été du reste prévue théoriquement (F. Perrin, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1978).

Les sels métalliques : cuivre, argent, nickel, cobalt et surtout manganèse, catalysent énergiquement l'oxydation de l'aldéhyde. Celle-ci est extrêmement sensible à l'action des sels de manganèse, puisque 10^{-6} pour 100 de ce métal déclenche déjà son oxydation à l'obscurité.

Le mécanisme de cette catalyse résulte immédiatement des deux observations suivantes :

La vitesse d'oxydation, pour une masse donnée de catalyseur, est proportionnelle à la conductivité de la solution.

L'acide perbenzoïque transforme instantanément ces catalyseurs en persels, qui oxydent immédiatement l'aldéhyde ou les corps en présence.

A l'obscurité, l'oxydation de l'aldéhyde est donc déclenchée par les ions métalliques de la solution, tandis que la disparition plus rapide de l'acide perbenzoïque permet à la vitesse d'oxydation de se maintenir constamment à un taux plus élevé.

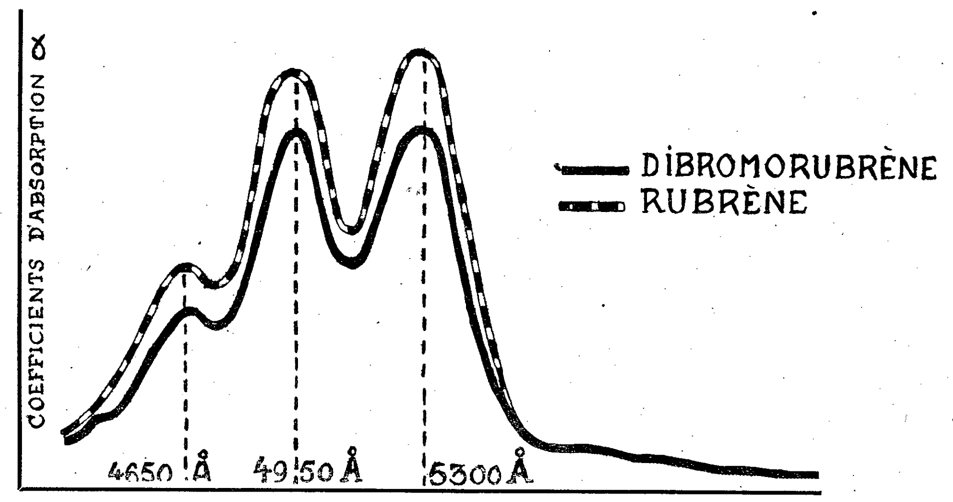
A la température ordinaire les chocs ioniques (choc d'une molécule sur un ion) peuvent donc activer les molécules d'aldéhyde, ce que les chocs moléculaires (chocs dus à l'agitation thermique) étaient incapables d'obtenir.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les oxydes organiques dissociables. Sur un rubrène dibromé.* Note de MM. **Charles Dufraisse** et **Nicolas Drisch**, présentée par M. Delépine.

En vue d'obtenir un dérivé bromé du rubrène, nous avons préparé un diphénylphényléthinylcarbinol bromé. D'après les données de Willemart ([1]), la place des substituants carbonés qui paraît la plus favorable à la formation des rubrènes se trouve sur le noyau contigu à la fonction acétylénique : c'est la position que nous avons adoptée pour le brome dans cette première étude. Le carbinol était donc le diphénylparabromophényléthinylcarbinol

$$(C^6H^5)^2C(OH) - C \equiv C - C^6H^4Br(1-4).$$

Le rubrène dibromé, $C^{42}H^{26}Br^2$, a été obtenu suivant notre technique habituelle ([2]), à quelques variantes près. C'est une belle matière rouge rubis, présentant deux points de fusion nets (au bloc Maquenne), l'un



Spectres d'absorption du rubrène et du dibromorubrène.

à 195°, avec perte de solvant (benzène), l'autre à 310° : un chauffage sous vide à 150° donne un produit exempt de solvant, dont la fusion a lieu d'emblée à 310°.

([1]) A. Willemart, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 385.

([2]) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et P. Lotte, *Bul. Soc. chim.*, 4e série, 47, 1930, p. 216.

Mises à part quelques propriétés physiques, le dibromorubrène a les plus grandes analogies avec l'hydrocarbure simple, le rubrène : mêmes teintes des corps solides et de leurs solutions, mêmes spectres d'absorption (voir la figure), mêmes fluorescences, etc. Mais l'analogie la plus importante réside dans l'oxydabilité réversible que l'on retrouve chez le nouveau corps avec les particularités antérieurement décrites [1].

Si l'on irradie en présence d'air une solution de dibromorubrène, on observe une décoloration rapide et l'on recueille un oxydibromorubrène, $C^{42}H^{26}Br^{2}O^{2}$, dissociable comme l'oxyrubrène.

Voici, à titre d'exemple, les résultats d'une dissociation ayant porté sur $0^{g},7016$ de matière :

Volume du gaz dégagé $15^{cm^3},75$, solvant recueilli $0^{g},035$, résidu $0^{g},6431$.

Analyse du gaz.

	cm³
Volume à 15° lu sur mercure	15,75
Volume à 15° après addition d'eau	15,90
Volume après addition de potasse	15,15
Volume après addition d'hydrosulfite	0,04

Le gaz recueilli par chauffage de l'oxydibromorubrène était donc formé d'oxygène dans la proportion de 95,2 pour 100, le reste étant presque exclusivement de l'anhydride carbonique.

L'oxygène libéré par dissociation, soit $0^{g},0204$, représente ainsi 69,2 pour 100 de la quantité théoriquement attendue si la réaction avait été intégrale.

On a vérifié que le résidu solide était bien formé surtout du dibromorubrène régénéré par la dissociation.

L'introduction de deux atomes de brome dans la molécule du rubrène n'apporte donc aucune perturbation appréciable à sa propriété fondamentale, l'oxydabilité réversible.

---

(1) Publications diverses de Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et leurs Collaborateurs.

GÉOLOGIE. — *Sur la stratigraphie de la zone internationale de Tanger.* Note de M. **Jacques Bourcart.**

Les recherches que j'ai entreprises depuis cinq années dans le R'arb septentrional et les Djebalas m'ont amené à y distinguer trois unités : l'*autochtone* où l'on connaît du Paléozoïque, du Trias germanique et probablement du Rhétien, du Lias marneux et de l'Éocrétacé directement surmonté du Miocène moyen; la *zone du Sébou* caractérisée par un énorme développement de l'Éocène moyen et de l'Oligocène, avec à la base un peu de Lias calcaire et peut-être de Crétacé supérieur; le Lutétien s'y trouve sous forme de marnes blanches, l'Oligocène de grès et de calcaires marins; la *zone des Andjéras* essentiellement constituée par de l'Éocrétacé reposant directement, ou par l'intermédiaire de Tithonique, sur le Toarcien calcaire et surmonté, sans trace d'Éocène moyen, par des grès continentaux analogues à l'*Arenisca del Aljibe*.

J'ai montré récemment [1] que la zone des Andjéras est également *autochtone* et qu'elle est toujours séparée de la zone du Sébou par une importante ligne de discontinuité, jalonnée souvent par du Trias et du Paléozoïque.

Cette ligne de contact anormal se poursuivant le long du bord occidental des massifs Ahl Sérif-Soumata, Béni Arros et Béni Ider jusqu'à la Cuesta Colorada, il devait s'ensuivre logiquement que *toute* la zone internationale devait être autochtone et appartenir à la zone des Andjéras. J'ai donc été amené à reprendre l'étude que j'en avais faite en 1926.

A cette époque, j'avais admis que les marnes vertes, quelquefois bitumeuses et d'aspect talqueux entre les lamelles de délit qui, extrêmement plissées et écrasées, supportent l'Oligocène du Djebel Kébir, étaient l'équivalent des marnes bleues miocènes du R'arb. La découverte par M. P. Russo de nouveaux pointements sénoniens et surtout d'une série marno-calcaire à silex à la base de ces marnes au Dj. Dar Thiro, une précieuse indication de M. P. Fallot de l'existence de fossiles crétacés dans les marnes de la colline du Charf étaient contraires à cette conception. Les résultats que j'ai obtenus cette année m'amènent aussi à une stratigraphie plus classique.

---

(1) Jacques Bourcart, *L'Éocrétacé du R'arb et des Djebalas* (*Comptes rendus somm. Soc. Géologique de France*, 30, vii, 7 avril 1930, p. 56).

A la base de la série tangéroise, à l'exception d'un pointement isolé de barytine minéralisée, peut-être triasique, on trouve les grands récifs à *Ostrea syphax* qui affleurent de Souani à Hararîn. Les termes supérieurs sont surtout visibles sur la route de Cuesta Colorada à Rgaia : ce sont des marnes blanches à silex, très semblables à celles du Lutétien, mais reposant à la base sur un banc de calcaires bleus (cénomaniens?) à grandes Huîtres. Elles sont surmontées par des calcaires lités, crayeux, blancs, gris clair, crème qui, à la partie supérieure, s'intercalent de marnes violettes, noires ou vertes et quelquefois de lits de lignite (Sénonien). Le dernier horizon calcaire passe insensiblement aux marnes vertes qui constituent, à l'exception des montagnes, la presque totalité de la zone. Sur ce Crétacé repose, dans les Andjéras, sans que très souvent il soit possible d'observer la moindre discordance, une série de grès verts, de calcaires à silex, de brèches analogues au *granito*, de calcaires en plaquettes séparées par des marnes rouges ou vertes, qui représente le Priabonien. Le plus souvent, ce terme manque à la base des collines de Tanger.

Il est recouvert par des argiles vertes et violettes, quelquefois noires. Celles-ci sont souvent coupées de bancs de grès à arénicoles, de grès blancs ou d'arkoses reproduisant déjà le facies de l'*Arenisca del Aljibe*. Une énorme lentille de grès arkosiques fossilifères se développe au phare de Malabata. Le sommet de la série est constitué par l'*Arenisca* souvent très puissante (Aquitanien ou Oligocène supérieur).

Au-dessus de ce niveau, on ne trouve que les grès plissés probablement sahéliens du Charf-el-Agab, les sables astiens et le Quaternaire meulier des Grottes d'Hercule.

Je ne crois plus que des marnes bleues miocènes existent dans la zone; les formations de ce type de l'Oued Mor'ora ou du Mharar sont probablement quaternaires.

Il n'y a donc, dans la série tangéroise, aucune superposition anormale, comme je le croyais en 1926. Mais, alors qu'elle est complète, et presque concordante, au col du Fondak ou à Malabata, dans la zone internationale les lacunes sont très nombreuses, particulièrement au niveau du Priabonien et les termes inférieurs du Crétacé n'apparaissent souvent qu'en jointements isolés. Jusqu'au Priabonien, toutes les couches sont incroyablement chiffonnées, contrastant avec l'allure beaucoup plus calme de l'Oligocène dont la partie gréseuse supérieure montre surtout des plis de couverture, des fractures et beaucoup de faux pendages dus à la descente des argiles.

Il est donc probable qu'il existe une zone de décollement au niveau du Priabonien.

Si la région a certainement été plissée dès la fin de l'Oligocène, le seul aspect des grès du Charf-el-Agab montre que d'importants mouvements se sont aussi produits à la fin du Miocène.

VULCANOLOGIE. — *Sur l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.* Note de M. **H. Arsandaux**.

L'étude des bulletins concernant la Montagne Pelée, dans la publication mensuelle de l'Observatoire de la Martinique dirigé par M. Boutin, la correspondance que j'ai échangée avec ce savant, ainsi que les nombreuses photographies qu'il a bien voulu me communiquer, permettant de résumer brièvement les manifestations d'activité du volcan, au cours des mois qui se sont écoulés depuis mon départ de la Martinique (13 février 1930), celles antérieures à cette date ayant fait l'objet d'une précédente Communication [1].

De cette Communication, je rappellerai au préalable, qu'à mon départ de l'Ile, la troisième phase d'activité du volcan était encore en cours; jusque-là, elle avait été caractérisée par un évidement du dôme de 1902, la production de nuées ardentes, enfin par des émissions de lave localisées dans le dôme.

L'évidement du dôme de 1902 avait été accompagné de l'individualisation partielle de la partie centrale de celui-ci, se manifestant sous la forme d'une sorte d'énorme piton rocheux se détachant dans l'axe d'une vaste échancrure ouverte vers le Sud, qui s'était développée dans le dôme, sur toute sa hauteur, et par laquelle s'effectuait l'évidement en question.

Pour la compréhension de ce qui suivra, concernant ce piton rocheux, j'ajouterai que dès la dernière semaine de décembre 1929, l'ancien dôme s'était déjà modifié de telle façon qu'on aurait cru qu'il s'y était pratiqué un cratère (figuré par l'échancrure), dans le fond duquel un dôme récent se serait érigé (figuré par le piton rocheux), ainsi que le dôme de 1902 s'était édifié sur le fond de l'ancien cratère de l'Étang sec.

Depuis le 13 février, la troisième phase d'activité du cycle éruptif actuel s'est poursuivie; toutefois, à dater à peu près de cette même époque, on a constaté qu'en moyenne, les émissions de nuées ardentes et autres poussées cendreuses, s'espaçaient de plus en plus, en même temps que leur intensité

---

(1) *Sur l'éruption actuelle de la Montagne Pelée* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 76).

tendait à s'atténuer progressivement. Cependant il se produisit quelques recrudescences d'activité de loin en loin, celle du 2 juin dernier en particulier, au cours de laquelle on a vu durant deux heures s'écouler par le lit de la rivière Blanche, jusqu'à mi-chemin de la mer, une succession presque ininterrompue de nuées à faible pouvoir d'expansion (¹).

Corrélativement, les fumerolles sont devenues moins nombreuses; celles, en particulier, existant à l'Est, entre le piton central et l'échancrure, ont à peu près disparu, le débit des autres ayant diminué et étant devenu plus irrégulier qu'auparavant.

Quant aux émissions de lave, elles ont été assez fréquentes, au moins jusqu'à la fin d'août. Il paraît à peu près établi que, depuis l'apparition du nouveau magma, il a toujours existé une certaine alternance entre les périodes de production de lave, et les périodes d'émission de nuées ardentes et autres poussées cendreuses, l'observation de l'une de ces catégories de phénomènes étant jusqu'à un certain point annonciatrice de l'autre.

Au cours de ces derniers mois, ces venues magmatiques ont constitué des apports visibles notables, localisés principalement dans la partie supérieure du piton central qui s'en est trouvée très sensiblement accrue; l'altitude de son sommet atteignit et maintenant dépasse celle de nombreux points de la crête terminale de l'échancrure qui, d'une façon générale, le surmontait antérieurement.

D'autre part, des éboulements incessants se produisant dans ces matières une fois consolidées ont contribué non seulement, comme par le passé, à alimenter le grand talus d'éboulis de la rivière Blanche, mais encore à combler presque complètement les deux profonds sillons existant de part et d'autre du piton central, ces couloirs d'avalanches rocheuses par lesquels s'écoulèrent pendant longtemps les nuées (²).

Du fait de ces modifications, l'échancrure est actuellement presque entièrement remblayée, et le piton central ne présente plus guère d'individualité; pour un esprit non prévenu, il semblerait que le dôme de 1902 ainsi presque reconstitué, en apparence, n'a pas subi de modifications considé-

---

(¹) Le bulletin de l'Observatoire signale encore le 11 août l'émission d'une nuée assez importante.

(²) Du côté sud-est, ce comblement est même réalisé, et depuis la seconde semaine d'août, on peut voir les éboulements dans cette orientation poursuivre directement leur cheminement du flanc de l'ancien piton central sur celui du dôme de 1902, pour aboutir finalement au fond de la *rainure*.

rables, si l'énorme talus d'éboulis, s'étendant du sommet de l'ancien piton central jusqu'à la mer, ne modifiait profondément son faciès du début de l'éruption actuelle.

Il est vraisemblable que ce qui peut subsister actuellement du dôme de 1902, dans l'ancien piton central, est très subordonné en importance aux apports de la présente éruption, qui l'ont pénétré et débordé de toutes parts; à certains égards, on peut donc considérer que cette masse centrale est un dôme secondaire relativement à celui de la précédente éruption.

Toutefois, si l'on croit pouvoir assimiler cette masse rocheuse à un dôme, il ne faut pas perdre de vue que son mode de génération ne semble pas être entièrement comparable à celui du dôme préexistant; en outre, il ne s'est certainement pas édifié, ainsi que ce dernier, sur le fond d'un cratère.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Généralité de la présence d'alcaloïdes chez les Buxacées.* Note [1] de M. E. **Martin-Sans**, transmise par M. Henri Lecomte.

On sait que des alcaloïdes, Buxine et autres, ont été retirés du *Buxus sempervirens*. D'autre part Van Tieghem [2] chez le *B. balearica*, Solereder [3] chez le *B. sempervirens*, ont décrit des cellules sécrétrices. Dans un travail commun avec M. Ch. Pouchet [4], nous avons établi que ces cellules sécrétrices sont en fait des cellules à alcaloïdes, d'autres cellules que les précédentes en renfermant d'ailleurs également. La présence de ces principes s'étend aux autres espèces de Buis jusqu'ici étudiées.

J'ai recherché, par voie microchimique, si les Buxacées autres que les *Buxus* produisent comme eux des alcaloïdes. J'ai appliqué la méthode d'Errera, confirmée au besoin par d'autres réactions générales des alcaloïdes, à neuf espèces de Buxacées : *Simmondsia californica*, *Pachysandra terminalis* et *axillaris*, *Sarcococca pruniformis*, *Hookeriana*, *ruscifolia* et

---

(1) Séance du 6 octobre 1930.

(2) Ph. Van Tieghem, *Sur les Buxacées* (*Annales des Sciences naturelles*, 8e série : *Botanique*, 5, 1897, p. 315).

(3) H. Solereder, *Systematic Anatomy of the Dicotyledons*, Oxford, 2, 1908, p. 1053.

(4) E. Martin-Sans et Ch. Pouchet, *Sur l'appareil sécréteur des* Buxus [*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, fasc. 3, 1930 (sous presse)].

tonkinensis, *Styloceras laurifolia* et *Kunthianum*, et aussi au *Daphniphyllum macropodium* que l'on a parfois rapproché des Buxacées ([1]).

Le *Simmondsia californica* possède un appareil sécréteur sommairement décrit par Van Tieghem ([2]) : dans la tige, cellules « superposées en files plus ou moins longues, renfermant une substance jaunâtre, finement granuleuse, qui résiste à l'action de la potasse et se colore ensuite par le vert d'iode » ; dans la feuille « cellules isolées, sécrétant la même substance que dans l'écorce de la tige ». Dans la feuille de *Simmondsia* que j'ai pu étudier (échantillon d'herbier), j'ai observé près des nervures quelques cellules rouge orangé; mais en outre de nombreuses cellules jaunâtres, grandes et arrondies, formant une gaine autour des cordons libéroligneux et surtout deux nappes de une et plus souvent deux assises de cellules à la face interne des parenchymes chlorophylliens palissadiques supérieur et inférieur (l'espèce est à parenchyme foliaire symétrique). Ce système paraît bien correspondre à celui décrit par Van Tieghem, quoique plus important. Il parait être l'homologue histologique de l'appareil sécréteur du *Buxus balearica;* il en est en tout cas l'homologue fonctionnel, ces cellules à contenu jaunâtre se comportant comme éléments à alcaloïdes. Cette observation est un argument à l'encontre de la proposition de Van Tieghem d'isoler le *Simmondsia* dans une famille spéciale.

J'ai pu encore mettre en évidence l'existence d'alcaloïdes chez les *Pachysandra*, *Sarcococca* et *Styloceras* étudiés; à noter seulement que la réaction a été faible pour l'échantillon de *Pachysandra axillaris;* diffuse, sans localisation nette pour celui de *Sarcococca tonkinensis*.

Ainsi les Buxacées constituent dans leur ensemble un groupe naturel à alcaloïdes, parfois situés dans un appareil sécréteur morphologiquement distinct. De ces alcaloïdes on n'a encore étudié, et incomplètement, que ceux du Buis commun. Des recherches méritent d'être entreprises sur ces bases, pour en déterminer les relations chimiques et rechercher leur intérêt thérapeutique possible.

Pour autant qu'on puisse conclure d'un échantillon prélevé sur un exemplaire mort sur pied, il n'y a pas d'alcaloïdes dans le *Daphniphyllum macropodium*, ce que l'on pourrait considérer comme un argument de plus pour éloigner ce genre des Buxacées.

([1]) Je dois ces échantillons à la parfaite obligeance de MM. les professeurs Lecomte et Bois, du Muséum; Poirault, de la Villa Thuret, à Antibes; et Nicolas, directeur du Jardin Botanique de Toulouse.

([2]) Ph. Van Tieghem, *Op. cit.*, p. 291 et 295.

PARASITOLOGIE. — *Sur les Chytridinées parasites du rein de Molgules : Essai de culture.* Note (¹) de M. **Hervé Harant**, présentée par M. L. Joubin.

Lacaze-Duthiers (1874) a le premier attiré l'attention, sans les interpréter, sur les figures polymorphes d'un parasite du rein des Molgules, que Giard (1888) a rattaché aux Chytridinées, en signalant trois espèces rapportées à trois Molgules différentes de la région de Roscoff.

Mes observations ont porté sur la Chytridinée parasite du rein de *Ctenicella appendiculata* (Heller), Molgule commune en Méditerranée dans les fonds à Microcosmes. J'ai pu noter les divers aspects suivants dans les préparations obtenues par simple dilacération :

1° Certains éléments du parasite sont bacilliformes, soit qu'il s'agisse de filaments allongés et minces ou de corps cylindroïdes plus courts et plus épais;

2° D'autres éléments ont l'allure des Spirochètes immobiles : ce sont ces aspects particuliers qui ont été décrits par Hellmann (1913) comme Spirochètes vrais;

3° D'autres ressemblent à des levures et sont pourvus d'une grosse vacuole qui retient parfaitement le rouge neutre. Ce sont ces formations qui deviennent des zoosporanges, à l'intérieur desquels on peut mettre en évidence, dans les conditions favorables, un grand nombre de zoospores de très petites dimensions;

4° On rencontre aussi des éléments mycéliens ramifiés en Y, en patte d'oiseau, qui portent souvent à leur extrémité des spores de résistance, que rien n'autorise à assimiler aux zygospores de Giard.

Au début du mois de septembre, je n'ai jamais rencontré de spores flagellées dans mes préparations, où prédominaient les éléments bacilliformes et spirochétoïdes. Vers la fin du mois, ces derniers éléments étaient rares et faisaient place à des aspects de mycélium ramifié et à des zoosporanges émettant des zoospores. Les zoospores libérées ne sont pas exactement sphériques : elles semblent ovoïdes avec une légère dépression latérale, qui, dans certaines conditions de visibilité, les fait paraître réniformes; elles sont pourvues de deux calottes polaires réfringentes et d'une goutte-

(¹) Séance du 6 octobre 1930.

lette « huileuse » plus réfringente encore, au point d'insertion du flagelle qui est apical et très long. Ces zoospores se conjuguent deux à deux, donnent un copula de taille double de celle des gamètes qui s'arrondit, pendant que ses mouvements se ralentissent, et finit par s'immobiliser. C'est elle qui donne en germant les filaments minces. Je pense que la conjugaison des zoospores et la germination de l'œuf en filament mince n'exclut pas la possibilité de germination parthénogénétique de l'un ou de l'autre gamète.

J'ai essayé de cultiver la chytridinée de *Ctenicella*, en réalisant empiriquement un milieu riche en purines : macération pendant 2 heures de 250^g de Microcosmes dépourvus de leur tunique, triturés dans 500^g d'eau de mer; ébullition pendant 10 minutes, décantation et incorporation de 10^g de gélose préalablement lavée : après une nouvelle ébullition de 10 minutes, le milieu est réparti dans des tubes et stérilisé à l'autoclave (à 120° pendant 20 minutes). A la température ordinaire, la gelée obtenue est tremblotante, beaucoup moins « résistante » que la gélose ordinaire des bactériologistes, mais suffisamment solide pour être conservée inclinée.

La chytridinée ensemencée dans ce milieu y végète pendant 15 jours, tandis qu'elle périclite en quelques heures dans la gélose nutritive ordinaire. Il faut noter toutefois que la végétation est peu exubérante et consiste surtout en filaments mycéliens ramifiés, porteurs de spores de résistance. Des zoospores ensemencées la veille sont encore vivantes le lendemain (18 heures après), puis périclitent au bout de 22 heures sans qu'on puisse assister, en culture, à la conjugaison et la germination, visibles sur la lame, en goutte d'eau de mer. Toutefois j'ai observé dans une culture vieille de 14 jours des zoosporanges chétifs contenant un petit nombre de zoospores (6 à 8) très actives.

Il serait intéressant de reprendre systématiquement l'étude de toutes les chytridinées des Molgules; provisoirement il semble qu'il ne faille pas souscrire à la notion de spécificité rigoureuse admise par Giard pour ces sortes de parasites. Aussi peut-on incorporer le champignon de la ctenicelle dans la première espèce décrite : *Nephromyces molgularum*.

A $15^h 45^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 15^m$.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 OCTOBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. Léon LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Nous sommes avisés que M. **Adolph Engler**, Correspondant depuis 1912 pour la Section de Botanique, est mort le 10 octobre à Berlin, dans sa 87[e] année.

Il avait débuté par d'intéressantes recherches sur le genre *Saxifraga*. Puis vint un remarquable mémoire sur l'organogénie de l'anthère.

Ses travaux ultérieurs se rapportent pour la plupart à la botanique descriptive et à la géographie botanique. En collaboration avec Prandtl, il a publié un ouvrage classique où, pour la première fois, était donnée une étude d'ensemble sur les caractères de l'évolution des plantes et sur leur biologie générale. Citons encore une encyclopédie, parue sous sa direction, concernant la description méthodique du règne végétal. Enfin il a été le créateur du Jardin botanique de Berlin, dans lequel les plantes se trouvent groupées d'après les régions qu'elles habitent à la surface du globe, et qui peut être cité comme un modèle du genre.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles observations de la planète transneptunienne et nouvelle détermination de son orbite.* Note de M. **Ernest Esclangon**.

La planète dite transneptunienne, dont les observations avaient été interrompues à partir de mai dernier en raison de sa proximité du Soleil dans le ciel, a pu être observée de nouveau dès la fin août. Elle a été photographiée à l'Observatoire de Paris en septembre et octobre; à l'Observatoire de Juvisy, les 30 août, 3 et 25 septembre.

Ces observations, jointes d'ailleurs à celles qui ont pu être faites à l'étranger, ont permis de déterminer à nouveau son orbite et de lever certaines indéterminations qui avaient subsisté jusqu'ici.

M. Stoyko, à l'Observatoire de Paris, pour un nouveau calcul de l'orbite, a utilisé, en plus des observations de janvier à mai 1930, les observations d'Yerkes (août 21, 22; septembre 1), de Heidelberg (août 30, septembre 5) et de Paris (septembre 28, octobre 2). Les 101 observations mises en œuvre ont été groupées en 11 lieux normaux.

Chaque lieu normal a donné lieu à deux équations de la forme

$$(1)\quad \begin{cases} a_i Y'_0 + b_i X'_0 - \Delta p_0 + \dfrac{c_i}{\eta_0} = d_i, \\ a'_i Y'_0 + b_i Z'_0 - \Delta q_0 + \dfrac{c'_i}{\eta_0} = d'_i, \end{cases}$$

où X'_0, Y'_0, Z'_0 sont les composantes de la vitesse héliocentrique de l'astre à une époque t_0 considérée comme initiale; η_0 une des coordonnées géocentriques de l'astre; Δp_0 et Δq_0 les corrections de $p_0 = \cot \alpha_0$ et de $q_0 = \cos \alpha_0 \tang \delta_0$ correspondant à t_0.

Les deux autres coordonnées géocentriques sont

$$\xi_0 = (p_0 + \Delta p_0)\eta_0, \qquad \zeta_0 = (q_0 + \Delta q_0)\eta_0.$$

Les coefficients a_i, b_i, c_i, d_i, a'_i, c'_i, d'_i ont des valeurs connues.

En résolvant les équations du type (1), on trouve, avec $t_0 =$ mai 17,7574, pour les coordonnées rectilignes héliocentriques équatoriales et les composantes de la vitesse, les valeurs suivantes :

$$(2)\quad \begin{cases} X_0 = -13,41308, & Y_0 = +35,82832, & Z_0 = +15,44639, \\ X'_0 = -\ 0,0020639, & Y'_0 = -\ 0,0016676, & Z'_0 = +\ 0,0000963. \end{cases}$$

En partant de ces valeurs, M. Stoyko a obtenu :

$$(3)\quad \begin{cases} R_0 = 41,25737, \quad V_0 = 0,0026551, \quad V_{0,r} = -0,0007411, \quad V_{0,n} = 0,0025496, \\ \Omega = 109^\circ 21' 37'',3, \quad i = 17^\circ 7' 0'',8, \quad \omega = 109^\circ 10' 11'',3, \\ e = 0,27960, \quad a = 40,56340, \quad U = 258^a,346, \\ n = 13'',73425, \quad T = 1986 \text{ janv. } 2,366, \quad M_0 = 282^\circ 28' 53'',6, \\ p = 37,39224, \quad q = 29,22175. \end{cases}$$

La moyenne des valeurs absolues des résidus des équations (1) est 3×10^{-6}, ce qui correspond à $0'',5$.

En faisant une combinaison différente des équations (1), M. Stoyko trouve pour les composantes de la vitesse des valeurs un peu différentes des

précédentes et qui conduisent pour a et e aux valeurs

$$(4) \qquad e = 0,22974, \qquad a = 38,92754,$$

les valeurs de ☊ et i restant inchangées.

En formant la moyenne de (3) et (4), pour les éléments a et e, on obtient finalement

$$(5) \qquad \begin{cases} e = 0,25467, & a = 39,74547; \\ p = 37,04770, & q = 29,62349. \end{cases}$$

La distance de la planète au Soleil oscille donc, au cours d'une révolution, entre 30 et 50 unités astronomiques, restant constamment supérieure à celle de Neptune au Soleil, sauf peut-être à son passage au périhélie qui aura lieu vers la fin du siècle actuel (distances maxima et minima de Neptune au Soleil 30,4 et 29,8).

Les éléments indiqués ici, basés sur les seules observations de printemps et d'automne 1930, sont en concordance avec ceux qu'on peut déduire d'observations antérieures à la découverte [1], observations dont ils confirment par cela même la réalité. Parmi ces éléments, la longitude du nœud et l'inclinaison, le premier particulièrement, sont actuellement déterminés avec une grande exactitude; les autres, notamment l'excentricité et la longitude du périhélie, pourront être légèrement modifiés par les observations des années à venir.

GÉODÉSIE. — *La quatrième Assemblée générale de l'Union géodésique et géophysique internationale, Stockholm, août* 1930. Note de M. **Georges Perrier**.

M. Lallemand, président de l'Union géodésique et géophysique internationale, absent de Paris en ce moment et pour quelque temps encore, me charge de donner, de sa part, quelques détails à l'Académie sur la quatrième Assemblée générale de l'Union, qui s'est tenue à Stockholm du 15 au 23 août dernier.

A l'origine, le Conseil international de Recherches et les Unions étaient exclusivement constitués par les Puissances alliées et associées pendant la guerre contre les Puissances centrales, mais les Puissances neutres pouvaient y être admises, et, en fait, la majorité d'entre elles ont donné assez rapidement leur adhésion.

---

(1) E. Bowyer et F. Whipple, *Lick Observatory Bulletin*, 15, 1930, p. 35.

En 1926, une Assemblée générale du Conseil international de Recherches à Bruxelles a décidé de supprimer les restrictions qui s'opposaient, dans les statuts du Conseil et des Unions, à l'admission des Puissances centrales, et celles-ci ont été invitées officiellement à entrer, si elles le désiraient, dans le Conseil et les Unions. Jusqu'ici, la Hongrie et la Bulgarie seules ont adhéré au Conseil international de Recherches et à l'Union géodésique et géophysique internationale.

L'Union réunit actuellement 38 États contractants; les seuls États qui n'en font pas encore partie en Europe sont : l'Allemagne, l'Autriche, l'Union des Républiques socialistes et soviétiques, la Lettonie, la Lituanie, l'Estonie et la Turquie.

L'Assemblée de Stockholm a tenu ses assises au Palais du Parlement parfaitement approprié à une réunion de ce genre.

Un Comité local, présidé par M. Pleijel, dont le Secrétaire général était M. Axel Wallén, directeur de l'Institut météorologique et hydrographique de Suède, avait été chargé de préparer le programme de l'Assemblée, comprenant, comme il est d'usage dans de pareilles réunions, en plus des travaux scientifiques, de nombreuses distractions : réceptions, excursions, banquets, etc. Ces manifestations ont été en tous points réussies.

Parmi les 38 nations adhérentes à l'Union, 32 étaient représentées par 180 délégués et 70 invités environ. C'est la première fois que la Bulgarie, la Hongrie, les Indes britanniques et l'Indochine française, Puissances récemment adhérentes, envoyaient des délégués à une Assemblée de l'Union. Des savants allemands et autrichiens ont aussi assisté à la réunion de Stockholm à titre d'invités ayant voix consultative dans les discussions scientifiques. La France était représentée par 31 délégués, dont MM. Charcot, Ferrié, Fichot, Helbronner, Lallemand, Maurain et Perrier, membres de l'Académie.

La préoccupation la plus importante de l'Assemblée a été la préparation des nouveaux statuts qui doivent régir l'Union à partir du 1er janvier 1932. En effet, les statuts du Conseil et des Unions, arrêtés en 1919, à Bruxelles n'ont été approuvés par les États contractants que pour une durée de 12 années. Ils expirent donc dans 15 mois et il convient de les renouveler en tenant compte de l'expérience des années écoulées.

Déjà, une Commission spéciale, nommée au sein du Conseil international de Recherches, et présidée par Sir Henry Lyons, a étudié les modifications à apporter aux statuts du Conseil. Il appartient à présent aux

Unions de décider quels changements devront être, s'il y a lieu, apportés aux leurs.

Les nouveaux statuts de l'Union géodésique et géophysique internationale ont été préparés par une Commission spéciale restreinte, présidée par Sir Henry Lyons, puis étudiés par une Commission plus étendue comprenant un délégué par État et un délégué par Section de l'Union, enfin soumis à l'approbation de l'Assemblée générale.

Somme toute, ils ne différeront pas essentiellement des statuts actuels. Toutefois, on a décidé de remplacer le mot *Section* par le mot *Association*. Le président, lorsque ses pouvoirs seront expirés, ne sera plus immédiatement rééligible. Mais deux questions très importantes ont été réservées, l'accord n'ayant pu encore se faire à leur sujet:

1° *L'intervalle qui séparera deux Assemblées générales de l'Union.* — Pour donner plus d'indépendance aux Sections (futures Associations), il a été admis qu'elles auraient le droit de se réunir séparément à des dates et en des lieux différents, sous réserve cependant de l'approbation du Comité exécutif de l'Union, et à condition que de temps en temps des Assemblées générales de l'Union réunissent à la fois toutes les Associations. Il en résulte que la périodicité de ces Assemblées générales est intimement liée à celle qu'on adoptera pour les réunions des Associations. Il paraît rationnel, par exemple, dans une période de 6 ans, de laisser les Associations se réunir séparément la troisième année, tandis que l'Union tout entière tiendrait son Assemblée plénière la première et la sixième.

2° *Mode de vote.* — Dans l'organisation actuelle des Assemblées de l'Union, les questions scientifiques se décident à la majorité absolue des délégués présents, tandis que pour les questions administratives, chaque État, de même qu'il paie une cotisation augmentant avec sa population d'après un barème spécial, dispose également d'un nombre de voix en raison de cette population, selon un barème analogue quoique un peu différent. Ce procédé a l'avantage de donner dans l'Union une certaine prépondérance aux États qui contribuent le plus à l'entretenir financièrement, mais il est naturellement combattu par les petits États qui désireraient voir adopter dans les questions administratives le système du vote unique par État.

Aux termes des statuts actuels, les mandats de certains présidents et des secrétaires de l'Union et des Sections expiraient à la fin de l'Assemblée de Stockholm, mais ils étaient rééligibles. Des élections ont donc eu lieu pour

remplacer les présidents et secrétaires sortants ou les réélire. Mais tous les Bureaux sans exception doivent légalement cesser leurs fonctions à la date d'expiration des statuts. Il a été entendu toutefois qu'ils continueront à expédier les affaires courantes jusqu'à la prochaine Assemblée générale, qui aura à procéder à la nomination des nouveaux Bureaux. Le Bureau de l'Union se compose ainsi jusqu'en 1933 de M. Lallemand, président, et du « brigadier » Winterbotham, directeur général de « l'Ordnance Survey » à Southampton, secrétaire général, qui vient de succéder à Sir Henry Lyons dans cette charge. Ce dernier vient en effet d'être nommé secrétaire général du Conseil international de Recherches et a exprimé le désir de cesser ses fonctions à l'Union.

La part unitaire, sur laquelle sont calculées les cotisations annuelles des États contractants, est actuellement de 900 francs-or, c'est-à-dire que chaque État paie une somme égale à cette part unitaire multipliée par un coefficient indiqué au barème dont il a été question. Par exemple, à la France, ayant plus de 20 millions d'habitants, correspond le coefficient 8, et la cotisation annuelle de notre pays est par suite

$$8 \times 900 \text{ francs-or} = 7200 \text{ francs-or}.$$

L'examen de la situation financière de l'Union a montré l'insuffisance absolue de ses ressources actuelles, si elle veut remplir dignement son rôle scientifique. C'est ainsi, par exemple, que la Section de Géodésie dispose d'un budget annuel d'environ 180000 francs, à peine la moitié de la somme dont disposait l'ancienne Association géodésique internationale. L'Union a donc décidé de porter la part unitaire à 2000 francs suisses ; il faut espérer que les États contractants consentiront ce léger sacrifice en faveur d'une organisation scientifique de cette importance.

Sur l'invitation de la délégation portugaise, il a été décidé que la prochaine Assemblée générale aura lieu à Lisbonne, en 1933. Il est probable que les suivantes se tiendront à Varsovie et à Bucarest, les délégations polonaise et roumaine ayant également formulé des invitations qui ont été primées par celle du Portugal, en raison de l'antériorité de celle-ci.

ALGÈBRE. — *Sur une formule d'interpolation.*
Note [1] de M. **Serge Bernstein.**

On sait que, quelle que soit la disposition des nœuds sur le segment $(-1, +1)$, la formule classique d'interpolation de Lagrange ne converge pas, en général, vers la fonction continue donnée, lorsque le nombre de nœuds augmente indéfiniment.

Je me propose de donner ici une modification de la formule de Lagrange, qui permet de construire *des polynomes de degré* $M = n - 1$ *qui se confondent avec la fonction* $f(x)$ *donnée en* $N = n - \left[\frac{n}{2l}\right]$ *points, où* $2l$ *est un nombre entier pair donné quelconque, qui jouissent de la propriété de tendre uniformément, pour* $n \to \infty$, *vers la fonction* $f(x)$ *dans tout intervalle du segment* $(-1, +1)$, *où celle-ci est continue, pourvu qu'elle soit bornée sur tout le segment* $(-1, +1)$. Par conséquent, *le rapport* $\frac{M}{N}$ *du degré de nos polynomes interpolateurs au nombre de nœuds peut être rendu aussi voisin de* 1 *qu'on le veut, la convergence ayant lieu dans tous les cas.*

A cet effet, construisons les polynomes $Q_{n-1}(x)$ de degré $n-1$ *qui se confondent avec la fonction* $f(x)$ *en tous les points* $x_k = \cos\left(k - \frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{n}$, *tels que* $\frac{k}{2l}$ *ne soit pas un nombre entier.* Pour déterminer complètement ces polynomes il suffira *d'ajouter la condition*

$$Q_{n-1}(x_k) = f(x_{k-1}) - f(x_{k-2}) + \ldots + f(x_{k-2l+1}) \tag{1}$$

lorsque $\frac{k}{2l} = t$ est un nombre entier.

On aura ainsi, d'après la formule de Lagrange,

$$Q_{n-1}(x) = \cos n \arccos x \sum_{1}^{n} \frac{(-1)^{i+1} A_i \sqrt{1 - x_i^2}}{n(x - x_i)}, \tag{2}$$

où $A_i = Q_{n-1}(x_i)$. Donc, l'erreur

$$\rho_n = Q_{n-1}(x) - f(x) = \cos n \arccos x \sum_{1}^{n} \frac{(-1)^{i+1}[A_i - f(x)]\sqrt{1 - x_i^2}}{n(x - x_i)}. \tag{3}$$

Posons $\rho_n = \rho'_n + \rho''_n$, où ρ'_n correspond à la partie de la somme, telle

---

[1] Séance du 6 octobre 1930.

que $x_i > x$, et ρ''_n correspond à celle où $x_i < x$; il suffira d'examiner la première $(x_i > x)$. On a, en général,

$$\left| \frac{\cos n \arccos x \sqrt{1 - x_i^2}}{n(x - x_i)} \right| < 3.$$

Donc, en écrivant

$$\rho' = S_1 + S_2,$$

où S_1 contient h nœuds voisins de x, et S_2 — tous les autres réunis en groupes de $2l$ termes, on aura

$$(4) \qquad |S_1| < 6h\omega\left(\frac{h+1}{n}\pi\right),$$

si $\omega(\delta)$ désigne l'oscillation maxima de $f(x)$ dans un intervalle de grandeur δ, puisqu'on a $|A_i - f(x)| < \omega\left(\frac{h+1}{n}\pi\right)$, pour $\frac{i}{2l}$ non entier, et $|A_i - f(x)| < (2l-1)\omega\left(\frac{h+1}{n}\pi\right)$, lorsque $\frac{i}{2l} = t$ est un nombre entier.

Observons, d'autre part, que

$$u(z) = \frac{\sqrt{1 - z^2}}{|x - z|}$$

diminue, lorsque z s'éloigne de x; donc, $i, j, k, l, \ldots$ formant une suite d'indices décroissants, on aura

$$(5) \qquad |a_0[u(x_i) - u(x_j)] + a_1[u(x_k) - u(x_l)] + \ldots +| < a\,u(x_i),$$

où $|a_0| < a$, $|a_1| < a$, ...

Or, chaque groupe de $2l$ termes de S_2 peut être mis sous la forme

$$\frac{1}{n}\cos n \arccos x \sum_{p=0}^{l-1} \Big\{ [f(x_{2lt-2p-1}) - f(x)][u(x_{2lt-2p}) - u(x_{2lt-2p-1})]$$
$$+ [f(x_{2lt-2p-1}) - f(x_{2lt-2p})][u(x_{2lt}) - u(x_{2lt-2p})] \Big\}.$$

Par conséquent, en supposant $|f(x)| < L$ sur tout le segment, on aura

$$(6) \qquad |S_2| < \frac{2lL}{n} u(x_{i_0}) < \frac{2lL}{h},$$

où x_{i_0} est le nœud de S_2 le plus voisin de x, car

$$u(x_{i_0}) < \frac{n}{2h} \frac{\sin\left(i_0 - \frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{n}}{\sin\left(i_0 + \frac{h-1}{2}\right)\frac{\pi}{n}} < \frac{n}{h}.$$

Or, ε étant arbitrairement petit, nous pouvons prendre n assez grand pour avoir

$$\frac{24lL}{\varepsilon}\omega\left(\frac{4lL\pi}{\varepsilon n}\right)<\frac{\varepsilon}{2};$$

alors en posant $h=\frac{4lL}{\varepsilon}$, on aura à cause de (4) et (6)

$$|\rho'|<\varepsilon.$$

Donc, en appliquant le même raisonnement à ρ'', on a finalement

$$|f(x)-Q_{n-1}(x)|<2\varepsilon.$$

Indiquons, comme une des conséquences particulières de ce qui précède, que l'on obtiendra des polynomes $P_{n-1}(x)$ de degré $n-1$ qui convergeront uniformément vers la fonction donnée, si l'on pose

$$P_{n-1}(x_k)=\frac{f(x_{k-1})+2f(x_k)+f(x_{k+1})}{4}\qquad(k=2, 3, \ldots, n-1),$$

$$P_{n-1}(x_1)=\frac{3f(x_1)+f(x_2)}{4},\qquad P_{n-1}(x_n)=\frac{f(x_{n-1})+3f(x_n)}{4}.$$

Par des considérations analogues on démontre la proposition suivante : En choisissant convenablement $m=\lambda n$ points du segment $(-1, +1)$, où $\lambda>1$ est un nombre arbitrairement donné, on peut affirmer que tout polynome $P_n(x)$ de degré n, dont le module est inférieur à 1 en ces points, reste borné sur tout le segment, lorsque n croît indéfiniment. Si $\lambda\to 1$, on a $P_n(x)=o\left[\log\frac{1}{\lambda-1}\right]$.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **E. Roux**, **L.-E. Bouvier**, **P. Vieille**, **P. Villard**, **L. Mangin**, **Ch. Richet**, **L. Joubin** sont désignés pour former, avec le Bureau de l'Académie, la Commission du prix *Albert Ier de Monaco*.

NOMINATIONS.

MM. **E. Roux**, **A. Lacroix** et **F. Mesnil** sont désignés pour représenter l'Académie à la pose d'un médaillon de *A. Laveran*, qui aura lieu au Val-de-Grâce le jeudi 6 novembre 1930.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Mercury Arc Power Rectifiers. Theory and Practice*, by Othmar K. Marti and Harold Winograd.

2° *La florule algologique de Rouge-Cloître*, par H. Kufferath.

3° Robert Esnault-Pelterie. *L'Astronautique*. (Présenté par M. E. Fichot.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à courbure totale constante.* Note [1] de M. **P. Vincensini.**

Dans deux Notes antérieures [2], j'ai étudié une famille de congruences normales admettant pour images sphériques de leurs développables les images des lignes de courbure des surfaces pseudo-sphériques, et j'ai signalé l'intérêt que peut présenter la considération de ces congruences eu égard au problème de la détermination et de la transformation des surfaces ci-dessus.

Les congruences dont il est question dans la Note actuelle sont les congruences *normales à foyers conjugués par rapport à une sphère fixe*. A ces congruences, généralisant les précédentes, sont liées *toutes* les surfaces à courbure totale constante, tant positive que négative.

A ce titre, je crois intéressant de les signaler, me proposant de les étudier plus en détail dans un Mémoire spécial.

Soit (Γ) une congruence du type envisagé, attachée à une sphère (S) de centre O. Il est facile de voir que (Γ) est *cyclique*.

Désignons par F, F′ les foyers situés sur un rayon quelconque D de (Γ), et considérons le cercle (C) d'axe D orthogonal à (S) [dont le plan passe par O]. Aux différents rayons D de (Γ) correspond un système ∞^2 de cercles (C). Lorsque D engendre une développable ayant son arête de rebroussement (lieu de F) sur la première nappe focale, la sphère (Σ) de centre F et passant par (C) enveloppe une surface canal qu'elle touche suivant (C).

---

(1) Séance du 13 octobre 1930.

(2) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 155 et 1217.

Aux ∞^1 développables de (Γ) ayant leurs arêtes de rebroussement sur la première nappe focale, correspondent ∞^1 surfaces canaux. La deuxième nappe focale fournit ∞^1 autres surfaces canaux. Envisageons deux surfaces canaux de famille différente. Elles se coupent suivant un cercle (C) ayant pour axe un rayon FF′ de (Γ), qui est visiblement ligne de courbure sur les deux surfaces. F et F′ étant conjugués par rapport à (S), les deux sphères de centres F et F′ passant par (C) sont orthogonales et il en est de même des deux surfaces canaux ci-dessus. Il en résulte que le système des ∞^2 cercles (C) est cyclique. (Γ) est bien *normale et cyclique* comme on l'avait annoncé.

Deux cas sont à envisager suivant que les rayons de (Γ) ne coupent pas ou coupent (S). Dans le premier cas [système cyclique réel], l'image des développables de (Γ) est celle des lignes de courbure d'une surface *pseudo-sphérique;* dans le deuxième cas [système imaginaire], c'est celle des lignes de courbure d'une surface à *courbure constante positive*.

On établit [je le montrerai dans un Mémoire ultérieur] qu'en envisageant *toutes* les congruences (Γ), on obtient *toutes* les surfaces à courbure constante.

En utilisant les notations de la première des deux Notes signalées au début, on trouve pour l'équation des congruences actuelles :

$$\Delta_{22}M + \Delta_1 M = K^2 \qquad [K = \text{rayon de } S)]. \tag{1}$$

Les deux cas ci-dessus indiqués correspondent à $\Delta_1 M \gtrless K^2$. A chaque procédé de transformation des congruences (Γ) correspond un procédé de transformation des surfaces à courbure totale constante.

Pour la transformation de Bianchi et une nouvelle transformation des surfaces pseudo-sphériques, je renvoie aux deux Notes citées. La transformation d'Hazzidakis peut, elle aussi, être rattachée à ce qui précède.

Faisons $K = 1$ dans (1), nous obtenons :

$$\Delta_{22}M = 1 - \Delta_1 M. \tag{2}$$

Supposons connue une surface (U) de courbure $+1$. On démontre aisément qu'il lui correspond ∞^2 congruences (Γ). L'une quelconque de ces congruences donne une solution M de (2). Or (2) est l'équation de l'applicabilité pour les surfaces de courbure $+1$. A ce nouveau point de vue, M définit une *nouvelle* surface (V) de courbure $+1$. (V) n'est autre chose, comme on peut le vérifier, que la transformée d'Hazzidakis de (U).

GÉOMÉTRIE. — *Représentations des éléments complexes et transformations conformes sur la sphère.* Note de M. **Paul Delens**.

1. Rappelons d'abord quelques applications du principe *d'association* des courbes de l'espace par l'intermédiaire des développables isotropes menées par ces courbes.

Soit $\mathcal{F}=f\bar{f}$ un cycle de premier [second] foyer $f[\bar{f}]$; deux cycles $\mathcal{F}=f\bar{f}$, $\mathcal{F}'=f'\bar{f}'$, dans cet ordre, ont les cycles $\mathcal{F}_0=ff'$, $\overline{\mathcal{F}}_0=\bar{f}\bar{f}'$ respectivement pour premier et second associés, et inversement.

Si l'on soumet les foyers de $\mathcal{F}$ et $\mathcal{F}'$ à deux transformations ponctuelles, P pour $\mathcal{F}$, P′ pour $\mathcal{F}'$, les associés $\mathcal{F}_0$ et $\overline{\mathcal{F}}_0$ sont soumis à la même transformation mixte (P, P′); si P et P′ sont des opérations sphériques, (P, P′) est une opération *cyclique* (conservant la parataxie); et réciproquement.

Si $\mathcal{F}$ et $\mathcal{F}'$ sont *tangentiellement* inverses par rapport à une sphère s (ou un plan), le premier [second] associé de $\mathcal{F}$ et $\mathcal{F}'$ est, sur s, la projection isotrope de ces cycles, faite de leur premier [second] foyer. Réciproquement.

Dans ce qui suit, l'association ne jouera qu'entre éléments réels d'une part, conjugués complexes d'autre part; la sphère s sera réelle; un cycle réel sera considéré comme le premier [second] représentant de son premier [second] foyer.

2. M. P. Robert a donné une démonstration géométrique, anallagmatique et *réelle*, du théorème suivant [1] : *à un cycle réel $\mathcal{F}$ — et à son inverse $\mathcal{F}'$ par rapport à la sphère s — correspond sur s une opération circulaire indirecte* F (exceptionnellement une homographie singulière) *entre les pieds c_1, c_2 des cycles réels $\mathcal{C}$, paratactiques à $\mathcal{F}$ et orthogonaux à s* (dont l'orientation arbitraire définit l'ordre $c_1 c_2$) ; *et réciproquement.* L'opération inverse F^{-1} correspond aux cycles transposés $\tilde{\mathcal{F}}$, $\tilde{\mathcal{F}}'$ [2].

La correspondance F est utilisée depuis Laguerre pour représenter le *cercle* complexe $\mathcal{F}_0$ de s; il est important qu'elle soit *réalisée* géométriquement par le cycle $\mathcal{F}$ et les cycles $\mathcal{C}$. Mais $\mathcal{C}$ représentant un point complexe de $\mathcal{F}_0$, il convient de compléter la représentation par l'étude de la liaison

(1) *L'Enseignement scientifique*, 3, XXVII, 1930, p. 193.

(2) Les mêmes notations sont partout employées pour la transposition et la conjugaison complexe.

entre les cycles représentant les points de $\mathcal{F}$ et $\mathcal{F}_0$; les mêmes méthodes s'étendant à la représentation sur s d'un cycle complexe de l'espace, nous nous occuperons de ce cas général.

Soient $\mathcal{H} = fg$ un cycle complexe, $\overline{\mathcal{H}} = \overline{f}\overline{g}$ son conjugué; à ces cycles sont associés les cycles réels $\mathcal{F} = f\overline{f}$, $\tilde{\mathcal{G}} = \overline{g}g$; les projections faites sur s des divers foyers sont indiquées par le tableau :

$$f \to \mathcal{H}(m),\ \mathcal{F}(p) \to \mathcal{F}_0(c) \qquad g \to \overline{\mathcal{H}}(\overline{m}),\ \tilde{\mathcal{G}}(\overline{q}) \to \mathcal{G}_0(d),$$
$$\overline{f} \to \overline{\mathcal{H}}(\overline{m}),\ \mathcal{F}(\overline{p}) \to \overline{\mathcal{F}}_0(\overline{c}) \qquad \overline{g} \to \mathcal{H}(m),\ \tilde{\mathcal{G}}(q) \to \overline{\mathcal{G}}_0(\overline{d});$$

pour un cycle réel : $g = f$, $\mathcal{H} = \mathcal{F}$, ... Désignons encore par I et J les projections isotropes sur s à partir de f et g, par $\overline{\mathrm{I}}$ et $\overline{\mathrm{J}}$ leurs conjuguées, de sorte que le point m de $\mathcal{H}$, son conjugué $\overline{m}$ de $\overline{\mathcal{H}}$, ont les projections $c = m\mathrm{I}$, $d = \overline{m}\mathrm{J}$, $\overline{c} = \overline{m}\overline{\mathrm{I}}$, $\overline{d} = m\overline{\mathrm{J}}$, respectivement sur $\mathcal{F}_0$, $\mathcal{G}_0$, $\overline{\mathcal{F}}_0$, $\overline{\mathcal{G}}_0$; aux cycles cd et $\overline{c}\overline{d}$ correspondant à $\mathcal{M} = m\overline{m}$ et son transposé $\tilde{\mathcal{M}}$, paratactiques respectivement à $\mathcal{F}$, $\tilde{\mathcal{G}}$ ou $\tilde{\mathcal{F}}$, $\mathcal{G}$, sont associés les cycles réels $\mathcal{C} = c\overline{c}$, $\mathcal{D} = d\overline{d}$, orthogonaux à s; $\mathcal{C}$ est paratactique à $\mathcal{F}$ et $\mathcal{M}$, $\mathcal{D}$ à $\mathcal{G}$ (non $\tilde{\mathcal{G}}$) et $\tilde{\mathcal{M}}$. Les cycles $\mathcal{C}$ et $\tilde{\mathcal{D}}$ se correspondent par l'opération cyclique involutive $(\mathcal{I}, \overline{\mathcal{I}})$ composée des inversions conjuguées $\mathcal{I}$ et $\overline{\mathcal{I}}$ qui échangent respectivement $\mathcal{F}_0$, $\overline{\mathcal{G}}_0$ ou $\overline{\mathcal{F}}_0$, $\mathcal{G}_0$, d'où la relation induite sur s entre les traces de ces cycles; on peut considérer $\mathcal{C}$ et $\mathcal{D}$ comme *images* ordonnées de m et $\overline{m}$.

Pour un cycle réel $\mathcal{F}$, l'opération cyclique précédente est réduite à l'inversion $\mathcal{I}$, qui relie ponctuellement c_1 et c_2, traces de $\mathcal{C}$, à d_1 et d_2, traces de $\mathcal{D}$ (et non $\tilde{\mathcal{D}}$); pour m réel, $\mathcal{C}$ et $\mathcal{D}$ coïncident en un cycle tangent en ce point à $\mathcal{F}$. En résumé :

A un cycle complexe $\mathcal{H}$ — et son inverse $\mathcal{H}'$ — correspondent sur s les deux opérations circulaires indirectes F, G^{-1} *attachées aux cycles réels $\mathcal{F}$ et $\tilde{\mathcal{G}}$ associés de $\mathcal{H}$ et $\overline{\mathcal{H}}$*; *réciproquement* les opérations F, G^{-1} arbitraires représentent un cycle $\mathcal{H}$, et $\mathcal{H}'$, les images $\mathcal{C}$, $\mathcal{D}$ d'un même point de $\mathcal{H}$, ou leurs traces, restant soumises aux opérations indiquées; *ces images sont, dans leur ensemble, autres que dans la représentation de $\mathcal{F}$ ou $\tilde{\mathcal{G}}$.*

3. La représentation précédente s'étend à une courbe de l'espace (m) ou $(\mathcal{H})$, réelle ou complexe. Le foyer f du cycle osculateur $\mathcal{H}$ en m décrit l'arête (f) de la développable isotrope Φ; on considère en même temps les courbes ou branches, surfaces ou nappes, conjuguées; $\mathcal{H}$ est sur le cône

isotrope f^*, et tout le long de la génératrice $[fm]$, ce cône est le lieu des cercles osculateurs aux courbes tracées sur Φ; nous dirons qu'*une développable isotrope a un cône osculateur tout le long de chaque génératrice.*

Les traces c_1, c_2 de l'image $\mathcal{C}$ de m se correspondent *localement* dans la correspondance F; quand m varie, on sait d'ailleurs que c_1 et c_2 se correspondent dans une transformation conforme indirecte (F); on rencontre ainsi le théorème :

Toute transformation conforme sur la sphère a en chaque point (général) *une transformation circulaire osculatrice* (de même espèce : directe ou indirecte).

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Transformation des couples de congruences stratifiables.* Note de M. S. FINIKOFF.

1. Deux congruences (x_1, x_2) et (x_3, x_4) forment un couple stratifiable s'il existe deux familles de ∞^1 surfaces $\Sigma(x_1+\lambda x_2)$ et $(x_3+\mu x_4)$ dont les plans tangents aux points de rencontre avec un rayon de l'une des congruences passent par le rayon homologue de l'autre. M. Fubini [1], qui a donné cette définition, a démontré que tout couple de congruences R se reproduit par la transformation de Laplace. J'ai montré [2] que les surfaces Σ des deux couples sont liées deux à deux par des congruences R. Cette transformation se généralise pour des couples stratifiables arbitraires; les surfaces Σ des deux couples constituent encore les surfaces focales de deux familles de ∞^1 congruences W, mais les congruences des couples n'ont pas, en général, de nappe focale commune.

2. Déterminons le premier couple par son tétraèdre fondamental (x_1, x_2, x_3, x_4) dont les sommets décrivent les nappes focales du couple, le second par les points

$$(1)\qquad \begin{cases} y_1 = a_1x_3 + b_1x_4 + x_1, & y_3 = a_3x_1 + b_3x_2 + x_3,\\ y_2 = a_2x_3 + b_2x_4 + x_2, & y_4 = a_4x_1 + b_4x_2 + x_4,\end{cases}$$

où ses deux rayons (y_1, y_2) et (y_3, y_4) coupent les plans focaux du premier.

Les plans tangents des surfaces $(x_1+\lambda x_2)$ et $(x_3+\mu x_4)$ rencontrent

(1) *Annali di Matematica*, 4e série, 1, 1924, p. 243.

(2) *Sur les congruences stratifiables* (*Rendiconti di Palermo*, 53, 1929, p. 313). J'ai changé les notations ρ, σ, Q, Q_1, p, q, M, N, S, R en δ, δ_1, Δ, Δ_1, $-p$, $-q$, m, n, $-$N, $-$R.

les rayons du second couple aux points $(y_1 + \lambda y_2)$ et $(y_3 + \mu y_4)$. Réciproquement, les deux premiers points sont situés dans les plans correspondants du second couple $(y_1 + \lambda y_2, y_3, y_4)$ et $(y_3 + \mu y_4, y_1, y_2)$ si, t étant une fonction inconnue,

$$(2) \qquad b_3 = \frac{b_1}{t}, \qquad b_4 = -\frac{a_1}{t}, \qquad a_3 = -\frac{b_2}{t}, \qquad a_4 = \frac{a_2}{t}.$$

En introduisant deux nouvelles fonctions auxiliaires φ et ψ, nous écrirons la condition pour que les surfaces $(y_1 + \lambda y_2)$ et $(y_3 + \mu y_4)$ stratifient le second couple sous la forme d'un système

$$(3) \quad \begin{cases} a_{1u} = \Delta_1 b_1 + \delta a_2 + R_1 t + \varphi a_1, & a_{1v} = q_1 b_1 + q a_2 - 1 - mt + (P + p + \psi) a_1; \\ b_{1u} = q a_1 + \delta b_2 + (P_1 + \varphi) b_1, & b_{1v} = \Delta a_1 + q b_2 + (p + \psi) b_1; \\ a_{2u} = \Delta_1 b_2 + q_1 a_1 + (p_1 + \varphi) a_2, & a_{2v} = q_1 b_2 + \delta_1 a_1 + (P + \psi) a_2; \\ b_{2u} = q a_2 + q_1 b_1 - 1 + mt + (P_1 + p_1 + \varphi) b_2, & b_{2v} = \Delta a_2 + \delta_1 a_1 + Rt + \psi b_2. \end{cases}$$

La condition d'intégrabilité du système (3) consiste en trois équations :

$$(4) \quad \begin{cases} \varphi_v - \psi_u + 2m = 0, \\ m l t_u + R_1 l t_v = R_1 (P + p + \psi) + m (P_1 + p_1 + \varphi) + \dfrac{\varphi}{t}, \\ R l t_u - m l t_v - = R (P_1 + p_1 + \varphi) - m (P + p + \psi) + \dfrac{\psi}{t}. \end{cases}$$

Chaque solution φ, ψ, t du système (4) détermine ∞^4 transformations du type étudié.

Si le premier couple contient deux congruences R, on a $R = R_1 = \text{const.}$, $m = 0$ et le système (4) prend la forme

$$\varphi = -l\theta_u, \qquad \psi = -l\theta_v, \qquad \theta_{uu} = \theta_{vv} = \theta_u (P_1 + p_1) - \theta_v (P + p);$$

avec le système complètement intégrable pour t

$$(l\theta)_u = t\theta (P_1 + p_1) - \frac{1}{R}\theta_v, \qquad (l\theta)_v = t\theta (P + p) - \frac{1}{R}\theta_u.$$

Pour $a_2 = b_1 = b_2 = 0$, $\theta = \text{const.}$, nous avons la transformation de M. Fubini.

3. Revenons à la transformation générale. Les surfaces $(x_1 + \lambda x_2)$ et $(y_1 + \lambda y_2)$ ainsi que les surfaces $(x_3 + \mu x_4)$ et $(y_3 + \mu y_4)$ constituent, par définition, les surfaces focales de deux congruences W. Or les surfaces $(x_1 + \lambda x_2)$ et $(x_3 + \mu x_4)$ stratifient le premier couple et les surfaces $(y_1 + \lambda y_2)$ et $(y_3 + \mu y_4)$ jouent le même rôle pour le second; elles

aussi constituent les surfaces focales de deux congruences W. Donc ces quatre congruences W offrent la configuration du théorème de Bianchi sur la permutabilité des transformations asymptotiques et les diagonales du quadrilatère gauche formé par quatre rayons homologues engendrent deux congruences d'un couple stratifiable. Il en résulte que les deux couples (x) et (y) sont liés par ∞^2 couples stratifiables; les droites qui joignent les points $(x_1+\lambda x_2)$ et $(y_3+\mu y_4)$ ou $(x_3+\mu x_1)$ et $(y_1+\lambda y_2)$ en engendrent les congruences.

4. La transformation décrite des couples stratifiables peut, elle aussi, être déduite du théorème déjà cité de Bianchi. Prenons une surface arbitraire (P) lieu de points P et trois surfaces (Q_1), (Q_2), (Q_3) transformées de (P) par une transformation asymptotique. Le théorème de Bianchi détermine les trois surfaces (R_1), (R_2), (R_3); chaque surface (R_1) forme avec les surfaces (P), (Q_2), (Q_3) la configuration de Bianchi; or il existe une seule surface (S) qui soit transformée asymptotique de chaque surface (R_i) : voir Bianchi [*Sulle configurazioni mobili di Möbius* (*Rendiconti di Palermo*, 25, 1908, p. 306)]. Les 8 points P, Q_i, R_i, S et les 8 plans tangents homologues des 8 surfaces (P), (Q_i), (R_i), (S) forment une configuration 8_4 de Möbius; les quatre points P, Q_1, Q_2, R_3 sont les sommets d'un quadrilatère gauche dont les arêtes engendrent les quatre congruences formant la configuration de Bianchi et dont les diagonales engendrent les deux congruences (PR_3) et (Q_1Q_2) d'un couple stratifiable (x); les diagonales SQ_3 et R_1R_2 du quadrilatère opposé $SR_1R_2Q_3$ engendrent les congruences du couple transformé (y) : il en résulte que le système (4) a toujours des solutions. Les congruences (PQ_3), (SR_3), (R_1Q_2), (Q_1R_2) appartiennent aux deux faisceaux de congruences W qui lient les surfaces Σ des deux couples; les paires de congruences (PR_2) et (Q_1Q_3), (PR_1) et (Q_2Q_3), (SQ_1) et (R_2R_3), (SQ_2) et (R_1R_3) sont des échantillons particuliers des ∞^2 couples stratifiables associés à la transformation.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les complexes engendrés par une congruence linéaire non spéciale.* Note de M. **Paul Mentré**, présentée par M. Kœnigs.

1. En géométrie ponctuelle, les surfaces réglées, engendrées par le déplacement de la courbe la plus simple qu'est la droite, jouissent de propriétés remarquables.

Il est à prévoir, par analogie, que les complexes engendrés par le déplacement projectif de la congruence la plus simple qu'est la congruence linéaire se distingueront tout particulièrement.

2. Considérons une congruence linéaire non spéciale V ayant des directrices S et S′ qui subissent un déplacement à un même paramètre u. Les droites S et S′ engendrent en général des surfaces réglées non développables dont les génératrices sont mises en correspondance. Le complexe G le plus général engendré par la congruence V dépend donc de sept $(3+3+1)$ fonctions arbitraires d'un argument.

Nous allons d'abord supposer, ce qui est le cas habituel, que deux congruences successives $V(u)$ et $V(u+du)$ ne sont pas situées dans un même complexe linéaire, comme cela arrive notamment pour les complexes tétraédraux.

3. Soient A et A′ les points où une génératrice R de V rencontre les directrices S et S′. Soient B et B′ deux points quelconques de S et S′. Nous aurons :

$$R=[AA'], \qquad S=[AB], \qquad S'=[A'B'].$$

Lorsque u varie, la droite R engendre G, en dépendant non seulement du paramètre u, mais des paramètres v et w de position de A sur S et de A′ sur S′.

Cherchons les complexes linéaires γ tangents à G au voisinage de la génératrice $R(u, v, w)$. Ces complexes doivent contenir $R(u, v, w)$, $R(u+du, v, w)$, $R(u, v+dv, w)$ et $R(u, v, w+dw)$. Or il existe un complexe linéaire et un seul γ_0 qui contienne V et $R(u+du, v, w)$; ce complexe γ_0 sera manifestement l'un des complexes tangents. Le faisceau linéaire des γ sera donc $\gamma=\gamma_0+\rho R$.

Lorsque la génératrice R décrit V, le complexe γ_0 ne cesse de contenir V en prenant par suite un déplacement à un seul paramètre $f=f(v, w)$. Lorsque la génératrice R décrit le complexe G, le complexe linéaire tangent γ_0 ne prend donc qu'un déplacement à deux paramètres f et u. D'où :

Théorème. — *Un complexe engendré par une congruence linéaire est enveloppé par un complexe linéaire γ_0 ne dépendant que de deux paramètres et décrivant ∞^1 faisceaux linéaires.*

4. Quand un complexe est enveloppé par un complexe linéaire γ_0 ne dépendant que de deux paramètres, ce complexe G est manifestement engendré par les ∞^2 demi-quadriques Q caractéristiques qui forment d'ailleurs l'une des trois familles de surfaces principales.

Cherchons dans notre cas les caractéristiques. Nous obtiendrons l'une d'elles $Q(f, u)$ en donnant à R un déplacement qui laisse invariable f et u; il s'agit de la demi-quadrique commune à $\gamma_0(f, u)$, $\gamma_0(f+df, u)$ et $\gamma_0(f, u+du)$. Désignons par T et T′ les deux seules droites qui appartiennent à la fois à $V(u)$ et à $V(u+du)$. On voit aisément que si f varie tandis que u reste constant, la demi-quadrique Q ne cesse de contenir les deux droites fixes T et T′ et de s'appuyer sur S et S′, de sorte que la quadrique Q passe par un quadrilatère fixe. D'où :

Théorème. — *Un complexe engendré par une congruence linéaire admet pour l'une des trois familles de surfaces principales un ensemble de ∞^2 demi-quadriques qui se décomposent en ∞^1 faisceaux ponctuels ayant pour bases des quadrilatères gauches.*

5. Si l'on porte son attention sur les quatre foyers inflexionnels [1] de la droite R, on peut démontrer que deux de ces foyers coïncident respectivement avec A et A′. D'où :

Théorème. — *Un complexe engendré par une congruence linéaire a sur chacune de ses droites deux des quatre foyers inflexionnels qui sont situés sur les deux directrices de la congruence mobile. Ces deux foyers inflexionnels privilégiés décrivent donc des surfaces réglées.*

6. Considérons enfin le cas d'un complexe G′ pour lequel deux congruences linéaires génératrices successives sont situées dans un même complexe linéaire γ_0.

Le complexe γ_0 sera manifestement tangent et ne dépendra que du paramètre u. Le complexe G′ sera donc enveloppé par un complexe linéaire ne dépendant que d'un paramètre.

Je n'insisterai pas sur les nombreuses propriétés des complexes G′, car j'ai déjà étudié ailleurs ces variétés remarquables [2]. Je me contenterai de rappeler que les complexes G′ ont deux foyers inflexionnels doubles.

---

(1) G. Koenigs, *Annales de l'École Normale supérieure*, 2e série, 11, 1882, p. 331 à 335.

(2) P. Mentré, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 941; 183, 1926, p. 724; 185, 1927, p. 1179.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note (¹) de M. **Alfred Rosenblatt**.

1. Envisageons l'équation linéaire aux dérivées partielles

$$\frac{\partial z}{\partial x} = X_1(x, y)z + X_2(x, y)\frac{\partial z}{\partial y}. \tag{1}$$

Supposons X_1, X_2 donnés dans le rectangle R

$$0 \leqq x \leqq a, \qquad |y| \leqq b,$$

X_2 continu de valeur absolue $\leqq M$, X_1 fini, continu pour $x > 0$ et satisfaisant à l'inégalité

$$|X_1| \leqq \frac{1}{x}\left[1 + \frac{1}{\left(\log\frac{1}{x}\right)^{1+\varepsilon}}\right], \qquad \varepsilon > 0. \tag{2}$$

On a le théorème suivant :

Théorème I. — *Soit $z = f(x, y)$ une intégrale de l'équation* (1) *donnée dans le trapèze* T

$$0 \leqq x \leqq \alpha = \min\left(a\,\frac{b}{M}\right), \qquad |y| \leqq b - Mx, \tag{3}$$

à dérivées continues et s'annulant sur l'axe des y. Elle y est identiquement nulle.

En effet, soit $P_0(x_0, y_0)$ un point intérieur à T et supposons $z = z_0 > 0$ en ce point. Envisageons une des courbes intégrales de l'équation

$$\frac{dy}{dx} = -X_2(x, y), \tag{4}$$

soit C, passant par P_0 et d'équation

$$y = \varphi(x). \tag{5}$$

On a le long de C

$$\frac{\partial f(x, \varphi)}{\partial x} - X_2(x, \varphi)\frac{\partial f(x, \varphi)}{\partial \varphi} = \frac{df(x, \varphi)}{dx} = 0.$$

On a donc

$$\frac{d \log f(x, \varphi)}{dx} = X_1(x, \varphi),$$

(¹) Séance du 13 octobre 1930.

donc

$$(6)\quad \frac{f(x_0, \varphi_0)}{f(x, \varphi)} = e^{\int_x^{x_0} X_1(x, \varphi)\,dx} \leqq e^{\int_x^{x_0} \frac{dx}{x}\left[1+\frac{1}{\left(\log\frac{1}{x}\right)^{1+\varepsilon}}\right]} = \frac{x_0}{x} e^{\frac{1}{\varepsilon}\left[\left(\log\frac{1}{x}\right)^{-\varepsilon} - \left(\log\frac{1}{x_0}\right)^{-\varepsilon}\right]}.$$

pour $x < x_0$ et suffisamment voisin de x_0.

Or $f(x, \varphi)$ ne peut pas s'annuler en un point P de la courbe C d'abscisse $x > 0$. On ne peut non plus avoir

$$\lim_{x=0} \frac{f(x, \varphi)}{x} = 0,$$

d'après (6). Mais ceci devrait avoir lieu, les dérivées de z étant continues sur l'axe des y.

2. Ceci posé on a le théorème suivant.

Théorème II. — *L'équation*

$$(7)\qquad \frac{\partial z}{\partial x} = \varphi\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial y}\right),$$

dans laquelle φ est continu pour x, y du rectangle R, *et pour z, $\frac{\partial z}{\partial y}$ quelconques, ne peut posséder plus d'une intégrale continue s'annulant sur l'axe des y, à dérivées continues pourvu que la condition suivante soit satisfaite :*

$$(8)\qquad \varphi\left(x, y, z_2, \frac{\partial z_2}{\partial y}\right) - \varphi\left(x, y, z_1, \frac{\partial z_1}{\partial y}\right) = X_1(x, y)(z_2 - z_1) + X_2(x, y)\left(\frac{\partial z_2}{\partial y} - \frac{\partial z_1}{\partial y}\right),$$

où z_1, z_2 sont deux fonctions de x, y continues à dérivées continues d'ailleurs quelconques, et où X_1, X_2 qui peuvent dépendre de z_1, z_2 satisfont aux conditions du n° 1.

La démonstration est immédiate, si l'on pose $Z = z_2 - z_1$ et si l'on se rapporte au théorème I.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur un cas particulier d'écoulement.*
Note de M. **Henri Poncin**.

Dans deux Notes précédentes (¹) j'ai exposé le principe d'une méthode permettant d'étudier dans certaines conditions le mouvement d'un fluide

(¹) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1115, et **191**, 1930, p. 17.

pesant dans un plan vertical. Les formules établies permettent d'obtenir sans calcul l'allure générale du mouvement et certains résultats qualitatifs précis. Elles montrent par exemple que pour les canaux et déversoirs de type normal où le fond s'abaisse régulièrement d'amont en aval, la surface libre présente le même caractère. Par contre il est facile de former des exemples pour lesquels la surface libre s'abaisse d'amont en aval alors que le fond s'élève dans certaines régions. Afin de montrer comment on peut mettre en œuvre les résultats théoriques obtenus, nous étudierons le cas, important dans la pratique, d'un canal présentant un brusque changement de niveau. La profondeur de la couche liquide en amont est égale à H, sa vitesse limite est V et la hauteur de la dénivellation est h.

En dernière analyse le problème se ramène à la détermination d'une fonction analytique de $Z = re^{is}$ régulière dans un demi-cercle et satisfaisant aux conditions aux limites suivantes :

Sur le diamètre réel la partie réelle est nulle sauf dans l'intervalle (o, c) où elle prend la valeur $-\frac{\pi}{2}$.

Sur la demi-circonférence la partie réelle θ, sa dérivée normale extérieure et la partie imaginaire τ sont liées par la condition

$$\sin s\left(\frac{d\theta}{dn}\right) - \mu e^{-3\tau}\sin\theta = 0. \tag{1}$$

Le paramètre μ est défini par

$$\mu = \frac{2g}{\pi}\frac{H}{V^2}.$$

Si l'on suppose que (2) $c < \sin\frac{\pi}{2}(1-\mu)$ les fonctions Ω_n précédemment définies convergent vers une fonction limite solution du problème. La première approximation conduit à la fonction

$$\Omega_1 = \frac{i}{2}\operatorname{Log}\frac{Z-c}{Z[1-cZ]}$$

et si l'on introduit les fonctions elliptiques de module c qui satisfont à la condition

$$\vartheta_2(0) = \sqrt{\frac{2\omega_1}{\pi}},$$

le mouvement dans le plan z est défini à ce degré d'approximation par les

formules

$$(3)\quad \begin{cases} z = -\frac{2iH}{\pi}\left[2\omega_3 + \pi + 4\omega_1 v - i\,\mathrm{Log}\,\xi_{10}\left(v+\frac{\tau}{4}\right)\xi_{32}\left(v+\frac{\tau}{4}\right)\right], \\ Z = \frac{1}{2}\left[c+\frac{1}{c}\right] + c\,\wp(2\omega_1 v). \end{cases}$$

Le profil libre, symétrique par rapport au point de coordonnées $-\frac{2iH}{\pi}\omega_3$, $H-\frac{h}{2}$, a pour équation

$$(4)\qquad x + \frac{2iH}{\pi}\omega_3 = \frac{2h}{\pi}\,\mathrm{Log}\,\frac{\mathrm{sn}\,u\,\mathrm{dn}\,u}{\mathrm{cn}\,u}, \qquad u = \frac{\pi}{4he}[H-y]$$

Ces formules généralisent celles qui ont été obtenues par M. Cisotti ([1]) dans le cas d'une faible dénivellation. Le rapport $\frac{h}{H}$ est défini en fonction de c par $h = \frac{4}{\pi}H\omega_1$. On obtient donc à ce degré d'approximation une solution unique pour toutes les valeurs de ce rapport.

L'approximation du second ordre conduit à la fonction

$$\Omega_2 = \Omega_1 - \frac{2\mu c}{1+c}\,i\int_0^{\pi} F\left(\frac{\pi-u}{2}\right)\frac{1-Z^2}{1-2Z\cos u + X^2}\,du,$$

où F désigne la fonction de Legendre de première espèce et l'on obtient comme dans le cas de la première approximation les formules qui définissent explicitement le mouvement. Si l'on étudie le problème jusqu'à la valeur limite $c=1$ [ce cas limite exclu par la condition (2) ne correspond d'ailleurs à aucune réalité physique], on remarque que le point $Z = \bullet$ est un point ordinaire pour les approximations de rang impair et un point singulier logarithmique pour les approximations de rang pair. Il en résulte que le rapport $\frac{h}{H}$ reste borné pour toutes les approximations de rang pair. La condition (2) se traduit par une relation d'inégalité entre la profondeur, la vitesse limite en amont et la grandeur de la dénivellation. Elle exprime que pour un profil donné la vitesse doit être supérieure à une certaine valeur.

Les fonctions $\Omega_n - \Omega_1$ restent régulières au voisinage du point $Z = c$. L'étude de la pression dans le fluide considéré se ramène donc à l'étude de

---

([1]) Cisotti, *Correnti rapidi con brusco salto sul fundo* (*Rendiconti dei Lincei*, **22**, 1913, p. 580).

la pression pour un mouvement analogue à celui que nous étudions et qui aurait lieu dans un plan horizontal. Les résultats obtenus sur ce problème par M. H. Villat (¹) sont donc ici transposables.

AVIATION. — *Procédé et appareil pour étudier les déformations des hélices aériennes*. Note de M. **Ch. Ledoux**, présentée par M. L. Lecornu.

La déformation d'une hélice aérienne provient de l'action de la force centrifuge d'une part et de l'action de l'air d'autre part.

L'étude de cette déformation peut être envisagée à un double point de vue : 1° détermination des configurations géométriques prises par l'hélice aux différents régimes du moteur; 2° détermination des efforts créés du fait de la déformation.

La connaissance des différentes formes prises par l'hélice est acquise par la mesure directe des composantes du déplacement, consécutif à une déformation, d'un élément quelconque $d\sigma$ de la surface de la pale. Ce déplacement de $d\sigma$ peut être considéré comme la résultante d'une translation et d'une rotation simultanées, dont la mesure nécessite la construction d'un appareil spécial permettant d'évaluer les déplacements élémentaires avec une très grande précision.

L'étude de la rotation de l'élément $d\sigma$ est basée sur l'emploi de la méthode de Poggendorf. Un faisceau de lumière collimatée traverse, après réflexion sur un petit miroir plan, fixé sur le plan tangent à la pale au point étudié, une lentille dans le plan focal de laquelle se forme un spot. Les déplacements de ce spot permettent de calculer la variation angulaire de la normale à la pale, due à la déformation, en un ou plusieurs points *simultanément*, avec une précision aussi grande que l'on veut.

De telles mesures ne sont possibles que si l'on a pris soin : 1° de faire coïncider le plan d'incidence relatif à un élément ponctuel de la source lumineuse, qui est ici un élément de droite, avec le plan défini par la normale à la pale et la parallèle à l'axe de rotation de l'hélice menée par le point d'incidence; 2° de choisir convenablement les paramètres définissant le système optique en position, pour que la source lumineuse soit, avant et après déformation de l'hélice, dans le champ de l'appareil.

(¹) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 10, 1914, p. 231 ; et H. Villat, *Leçons sur l'Hydrodynamique*, Chap. VII.

Quant à la mesure de la translation de l'élément $d\sigma$, elle est effectuée par un procédé tout à fait analogue, avec cette différence que la lumière collimatée est remplacée par un faisceau convergent.

En second lieu, les éléments dont la connaissance permet le calcul des efforts créés par la déformation sont faciles à déterminer grâce à la possibilité de suivre aisément les variations de la courbure en chaque point de la surface de la pale. Le dispositif expérimental dont il a été question plus haut donne en effet avec une très grande précision la variation angulaire de la normale à la pale en un ou plusieurs points simultanément. Appelons a un point quelconque de la surface de la pale et b, c, d, ... des points de cette même surface voisins de a. Appelons $\widehat{ab}$, $\widehat{ac}$, $\widehat{ad}$, ... les longueurs des arcs de géodésiques joignant le point a à ces différents points. Ces longueurs sont très facilement mesurables, car il est possible de réaliser matériellement une ligne géodésique en appliquant sur la surface un fil flexible suffisamment tendu.

L'appareil mentionné plus haut permettant de mesurer avec une très grande précision, au point a, les angles de contingence de diverses lignes géodésiques aboutissant à ce même point, c'est-à-dire les angles que forment entre elles les normales à la pale aux extrémités des arcs considérés, nous sommes en mesure d'évaluer les rayons de courbure au point a des sections normales par les plans osculateurs en ce même point a, aux diverses lignes géodésiques. L'équation de l'indicatrice de la surface en a s'en déduit sans difficulté.

Outre l'intérêt que présente la connaissance des variations de forme de l'hélice pour un certain nombre de problèmes actuellement à l'étude, il est avantageux d'utiliser la méthode expérimentale qui vient d'être exposée, pour la recherche des régimes critiques de l'hélice, dont les vibrations, étouffées par celles du moteur, ne peuvent être perçues en vol par le pilote. Or, au cours d'un voyage de longue durée, ces vibrations fatiguent à la longue le groupe motopropulseur et diminuent sans aucun doute les chances de joindre le but. Ces vibrations sont très facilement décelées lorsqu'on étudie une hélice à l'aide de la méthode exposée plus haut, le remplacement, au laboratoire, du moteur à explosion par un moteur électrique, permettant de les isoler complètement. Ainsi prévenu, le pilote évitera les régimes défavorables.

Il y a lieu de faire remarquer que la méthode et le procédé expérimental qui viennent d'être décrits sont employés très avantageusement et sans

aucune modification pour l'étude des déformations des bielles ou vilebrequins des locomotives à vapeurs ou électriques, des bras de volants, ainsi que des organes analogues des moteurs d'aviation.

ASTRONOMIE. — *Photographies de la planète transneptunienne Pluton.* Note de Mme **Camille Flammarion**, présentée par M. Ernest Esclangon.

A l'Observatoire Flammarion, de Juvisy, M. F. Quénisset a pu photographier Pluton les 30 août, 3 et 25 septembre 1930, avec les deux objectifs suivants : un Astro-Tessar Zeiss de $d = 0^m,123$, $f = 0^m,600$ et un Triplet Zeiss de $d = 0^m,173$ et $f = 1^m,200$, montés sur l'équatorial de $0^m,240$.

Le 30 août une pose assez réduite : de $2^h 12^m$ à $3^h 29^m$ (T. U.), écourtée en raison, d'une part, du lever tardif de la planète, d'autre part, du commencement de l'aube, n'a pu fournir que des clichés sur lesquels Pluton n'est visible qu'avec la plus grande difficulté.

Le 3 septembre, pose de $2^h 16^m$ à $3^h 30^m$, ne montrant encore Pluton qu'à la limite de visibilité, pour les mêmes raisons que ci-dessus.

Enfin le 25 septembre pose de $1^h 55^m$ à $4^h 10^m$, montrant cette fois, assez bien l'image de la transneptunienne dont nous avons évalué la magnitude à 15. M. H. Mineur, de l'Observatoire de Paris, a mesuré sur le cliché obtenu à l'aide du triplet Zeiss la position de l'astre, par rapport à quatre étoiles de repère situées dans son voisinage immédiat et prises dans le *Catalogue photographique de l'Observatoire de Paris* (Volume III) ($+22°$; $7^h 28^m$). Les résidus, par rapport aux positions calculées d'après les éphémérides, sont très satisfaisants; en α : $= 0^s,01$; $0^s,00$; $-0^s,02$ et $0^s,00$; en δ : $0'',0$; $0'',0$; $+0'',2$ et $0'',0$. La position suivante de la planète a été déduite, à la date indiquée ci-dessous :

Date : 1930 Septembre 25 à $3^h 2^m,5$ T. U.

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= 7^h 29^m 41^s,38\\ \delta &= +21°51'53'',5\end{aligned}\right\}\ 1930,0$$

(position non corrigée du temps d'aberration).

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la structure du celluloïd.* Note (¹) de M. J.-J. TRILLAT, présentée par M. M. de Broglie.

Nous avons entrepris récemment une série de recherches sur la structure du celluloïd, en fonction de la quantité de camphre et, dans ce but, on a préparé des séries de films contenant des proportions variables de camphre (depuis o jusqu'à 300 pour 100); ces films ont été examinés, sous une épaisseur constante, au moyen de la spectrographie par rayons X. On utilise un tube métallique Baudoin fonctionnant sous 40 kilovolts (tension constante) avec un courant de 40 milliampères; dans ces conditions, le temps de pose était de l'ordre de 40 minutes.

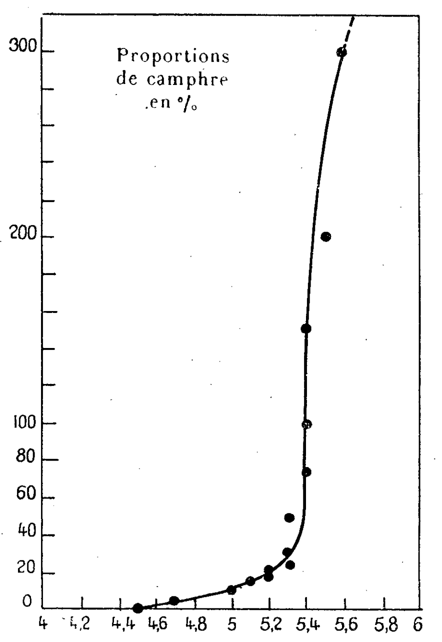
L'examen des diagrammes obtenus a montré un certain nombre de particularités intéressantes; tout d'abord, on constate que le diagramme amorphe de la nitrocellulose est complètement modifié dès que l'on ajoute une faible proportion de camphre (5 pour 100). Le halo interne du diagramme de la nitrocellulose ($d = 8,1$ Å) s'affaiblit, puis disparaît complètement à partir de 10 à 15 pour 100 de camphre. En même temps, le halo extérieur de la nitrocellulose devient beaucoup plus intense, mieux défini, et son diamètre diminue à mesure que la quantité de camphre augmente, ce qui correspond à une augmentation des espacements intermoléculaires correspondants. La courbe ci-contre indique les variations de ces espacements par rapport à la proportion de camphre : au début (faibles concentrations), la courbe est très aplatie, puis se redresse dans les environs de 10 pour 100 de camphre, pour tendre progressivement vers la valeur obtenue avec du camphre pur à l'état liquide ($d = 6,1$ Å).

L'interprétation des diagrammes et de la courbe fera l'objet d'un Mémoire plus détaillé; on peut dire toutefois dès maintenant que ces résultats indiquent que la nitrocellulose présente pour le camphre une affinité spéciale, se traduisant par une combinaison camphre-nitro analogue à un solvate, dès que la proportion de camphre est suffisante (partie redressée de la courbe). De plus, ce complexe camphre-nitro est susceptible de dissoudre le camphre en excès, sous forme d'une solution solide. Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus par Desmaroux (*Mémorial des Poudres*, 23, 1928, p. 54). Enfin, même pour 300 pour 100 de camphre, il n'apparaît

(¹) Séance du 13 octobre 1930.

pas de traces de cristallisation : la structure du produit reste toujours amorphe.

Si l'on examine les films sous trois directions perpendiculaires de façon à déceler les effets d'orientation, il apparaît un autre résultat intéressant : en effet, le film de nitrocellulose pure présente, suivant la tranche du film, des renforcements bien marqués, qui indiquent que les chaînes de valence principale sont couchées à plat parallèlement au support qui a servi à la coagulation. Ceci se traduit, au point de vue optique, par une biréfringence notable.



Distances intermoléculaires de l'anneau extérieur (en angströms).

Dès que l'on introduit du camphre, l'effet d'orientation diminue puis disparaît complètement, ce qui montre que la structure est devenue isotrope dans toutes les directions. Les essais de biréfringence de Sheppard et Mc Nally (*J. Phys. Chem.*, 34, 1930) confirment entièrement cela, les auteurs ayant trouvé que la biréfringence positive du film diminuait avec la teneur croissante en camphre.

La nitrocellulose possède donc une spécificité marquée vis-à-vis du camphre; des essais entrepris avec d'autres plastifiants indiquent seulement un simple mélange mécanique. Il est possible d'interpréter l'action des plastifiants comme due à une saturation des forces d'attraction latérales éma-

nées des chaînes de valence principale, qui se traduit par une diminution de celles-ci et par suite par un plus facile glissement des chaînes ou des micelles. Dans le cas du camphre, cette action serait particulièrement marquée, puisqu'elle s'accompagne d'une fixation du plastifiant sur la nitrocellulose.

RADIOACTIVITÉ. — *Remarques sur la structure fine du rayonnement α.* Note de M. **Jean Thibaud**, présentée par M. M. de Broglie.

1. Des expériences récentes [1] ont montré que les particules α émises par un même élément radioactif en désintégration peuvent quitter celui-ci avec des vitesses bien définies, mais légèrement différentes les unes des autres. Dans le cas du thorium C, M. Rosenblum observe ainsi quatre groupes α dont les énergies diffèrent respectivement de celle de la raie la plus intense de : $+40,6$; -287; -421; -442 kilovolts-électrons.

On admet généralement que les noyaux d'hélium qui constitueront les projectiles α sont répartis, dans le noyau radioactif, sur des niveaux d'énergie distincts. Le déplacement des charges positives entre ces niveaux donnerait naissance aux radiations gamma et il est même possible, dans certains cas, de retrouver numériquement les différentes fréquences observées dans le spectre γ [2]. La diversité des vitesses observée pour les corpuscules α pourrait être reliée à la multiplicité de ces niveaux [3].

Je ferai remarquer ici que l'existence d'un moment de rotation (*spin*) du noyau radioactif peut rendre compte également de la structure fine du rayonnement α. Nous admettrons qu'à la suite de l'expulsion par le Th C d'un corpuscule α, le noyau résiduel (Th C″) puisse prendre des états de rotation quantifiés j. Le problème est analogue à celui des molécules polyatomiques. On sait qu'alors la mécanique ondulatoire conduit à des valeurs propres de l'énergie qui, dans le cas de notre noyau, supposé symétrique, sont égales à

$$(1)\qquad E_{j,n}=\frac{h^2}{8\pi^2}\left[\frac{1}{A}j(j+1)+\left(\frac{1}{C}-\frac{1}{A}\right)n^2\right]\qquad (|n|\leqq j;\ j=0,\ 1,\ 2,\ 3,\ \ldots),$$

A, B, C, moments principaux d'inertie du noyau ($B=A$).

---

(1) S. Rosenblum, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1401, et **190**, 1930, p. 1124.

(2) J. Thibaud, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 857; A. C. Banerji, *Phil. Mag.*, **10**, 1930, p. 450.

(3) Voir, à ce sujet, Gamow, *Nature*, **126**, 1930, p. 397.

Des particules α issues d'un même niveau d'énergie intra-nucléaire (par exemple, le niveau normal E_0, état du noyau non excité) montreront des énergies différentes E_α, définies par

$$E_\alpha = E_0 - E_j. \tag{2}$$

De plus, si l'on admet, comme cela est vraisemblable, que le noyau de ThC était initialement dans un état de rotation j et que l'émission de la particule α l'ait fait passer à l'état j', il vient, en désignant par E_R l'énergie cinétique de recul de l'atome ThC″,

$$E_\alpha + (E_{j'} - E_j) + E_R = E_0 \tag{3}$$

ou, en nous limitant au cas simple de noyaux sphériques,

$$E_\alpha\left(1 + \frac{m}{M}\right) = E_0 - \frac{h^2}{8\pi^2}\left[\frac{j'(j'+1)}{A'} - \frac{j(j+1)}{A}\right] \tag{4}$$

(m et M, masses de la particule α et du noyau; A et A′, moments d'inertie des noyaux ThC et ThC″). Ainsi, les différences d'énergie des diverses composantes du rayonnement α complexe varieraient comme les *multiples entiers d'une énergie fondamentale :* $h^2/8\pi^2 A$. En fait, M. Rosenblum remarque que ses résultats pourraient être les multiples de la quantité 40,6 kilovolts. Nous retrouverions correctement cette valeur en adoptant, pour calculer le moment A dans (4), un rayon de notre noyau sphérique $r_0 = 2,7 \times 10^{-13}$ cm, dimension nucléaire acceptable [1].

2. Si V est la vitesse de la particule α et r le rayon nucléaire au point d'émission du projectile α, le moment maximum que peut prendre le noyau nous impose la condition (supposons la rotation initiale nulle, $j = 0$)

$$j'(j'+1) \leqq \left(\frac{2\pi m V r}{h}\right)^2. \tag{5}$$

Il en résulte une limitation pour le nombre j' de rotation; si le rayon au point d'expulsion de la particule est $r = 10^{-12}$ cm (crête de Gamow) j' sera inférieur à 10; c'est dire que l'on ne pourra observer qu'un nombre limité de groupes α distincts, conclusion qui paraît en accord avec l'expérience.

---

(1) D'après les résultats de M. Rosenblum, les différences énergétiques des divers groupes α varieraient comme les nombres — 1, 0, (2), (3), 7, 10, 11 (les raies correspondant aux nombres 2 et 3 étant encore très douteuses). Il est possible qu'il existe une règle de sélection limitant les variations de j et excluant certaines composantes parmi celles prévues par l'expression (4).

3. Enfin, dans cette manière de voir, l'émission d'un corpuscule α laisse le noyau ThC″ dans un état excité Ej'. Ce dernier reviendra à un état d'énergie inférieur Ej'' en émettant un rayonnement électromagnétique (rayons γ) d'énergie

$$h\nu = Ej' - Ej'' \quad (j'' < j'). \tag{6}$$

On devrait alors considérer deux mécanismes différents pour l'émission des rayons γ : *a*. le processus décrit plus haut, correspondant au déplacement de charges positives entre des niveaux d'énergie intra-nucléaire; *b*. une émission par variation de l'énergie de rotation nucléaire (analogie avec l'émission des spectres de molécules). Ce dernier mécanisme ne saurait produire de rayons γ très pénétrants, par suite de la limitation du nombre j (quantum inférieur à 500 kilovolts).

On peut d'ailleurs trouver dans les spectres γ du ThC + C″ des lignes dont les énergies sont comprises entre 40 et 500 kilovolts, qui correspondraient exactement aux variations d'énergie nucléaire définies par (4) (voir également Gamow, *loc. cit.*).

RADIOACTIVITÉ. — *Recherches sur la désintégration artificielle de quelques éléments*. Note de M. **C. Pawlowski**, présentée par M. Jean Perrin.

En vue de contrôler l'existence de nombreuses particules H de désintégration de faibles parcours, signalée plusieurs fois par certains auteurs (Kirsch, Petterson et Schmidt), j'ai entrepris des recherches sur quelques substances par la méthode rétrograde. Comme on le sait, cette méthode présente l'avantage de rendre les mesures indépendantes de la présence de l'hydrogène qui peut exister comme impureté aussi bien dans la source radioactive que dans la substance bombardée. La méthode rétrograde supprime donc l'influence des rayons H naturels sur les résultats d'observations.

J'ai poursuivi mes expériences avec un appareil, qui permet d'observer dans le vide les rayons H de désintégration émis par une substance dans une direction faisant 130° avec les rayons incidents. Les mesures pouvaient être faites soit par la méthode des scintillations, soit par la méthode électrique, en remplaçant l'écran au ZnS par un compteur à pointe. Les détails de la construction de l'appareil et son mode d'emploi feront l'objet d'une publication plus étendue; je me borne ici à indiquer les perfection-

nements réalisés par rapport à d'autres appareils utilisés pour l'observation des rayons rétrogrades :

1° L'appareil contient deux sources radioactives de différente intensité qu'on peut employer séparément ou ensemble et par là régler l'intensité du rayonnement α convenant à la numération des particules H pour différents degrés d'absorption;

2° La pièce mobile qui porte dans l'appareil les substances à étudier permet de changer facilement leur position et de comparer au cours des mesures l'effet de désintégration;

3° Un dispositif spécial a été adopté pour éviter la contamination de l'appareil;

4° Les nombreux écrans d'acétate de cellulose de diverses épaisseurs, collés sur les trous d'un long film de celluloïd se déroulant devant l'écran au ZnS, permettent d'étudier très soigneusement l'absorption des rayons émis par la substance bombardée;

5° Grâce à la simplicité de la construction, l'appareil peut être facilement démonté, quand il est nécessaire de le nettoyer.

J'ai effectué des expériences par la méthode des scintillations sur les éléments suivants : C, Mg, Al, Si, S, Fe, Zn, Ag et Pb. Comme sources de rayons α, j'ai utilisé des préparations de polonium de diverse intensité correspondant à l'équilibre avec $0^{mg},2$ à 30^{mg} de Ra. L'activité des sources a été mesurée à l'aide d'un appareil absolu conçu par Mme P. Curie (1).

Pour chaque substance examinée j'ai tracé une courbe d'absorption qui détermine le nombre de scintillations observées par minute en fonction de l'épaisseur des écrans absorbants exprimée par leur équivalent d'air. Les nombres de scintillations doivent, évidemment, être rapportés à la même intensité de la source des rayons α, notamment à la quantité de polonium en équilibre avec 1^{mg} de Ra.

Les résultats des recherches sur la désintégration atomique par la méthode rétrograde sont compliqués par la présence de particules α dispersées par la substance vers l'arrière. Pourtant le parcours des rayons α réfléchis est très faible et souvent inférieur à celui des rayons H rétrogrades. Afin de distinguer nettement les rayons α des rayons H, j'ai calculé pour chaque substance étudiée le parcours des particules α, déviées par les atomes à 130° de leur direction initiale, d'après la formule donnée par la théorie du choc élastique de Rutherford-Darwin. J'ai déterminé le nombre

(1) Mme P. Curie, *Journ. de Chim. phys.*, **22**, 1925, p. 142.

de particules de parcours supérieurs à celui qui est prévu par la théorie pour les particules réfléchies.

Ainsi, à l'aide des courbes d'absorption j'ai constaté la présence de particules de désintégration pour les éléments suivants : C, Mg, Al, Si, S; mais pour les éléments plus lourds : Fe, Zn, Ag, Pb, je n'ai observé que des particules α réfléchies.

Pour comparer les résultats de mon travail avec ceux d'autres auteurs, j'ai calculé, d'après les conditions géométriques de l'appareil, le nombre de particules H de désintégration par rapport au nombre de particules α tombant sur le radiateur, en supposant que les particules de désintégration sont émises dans toutes les directions en nombre égal (hypothèse couramment admise).

Les résultats obtenus pour les éléments : Al, C, Zn, Fe sont très rapprochés de ceux de Bothe et Fränz (¹). En effet, ces auteurs ont trouvé que l'aluminium donne pour une absorption de 4^{cm} d'air deux protons sur 10^6 particules α; j'ai obtenu pour la même absorption 1,4 proton. Le carbone, d'après leurs observations a donné pour une absorption de $1^{cm},4$ d'air pas plus de deux particules H sur 10^6 particules α; j'ai observé pour la même absorption 3,3 particules H. Bothe et Fränz hésitent certainement à attribuer les particules observées à la désintégration, tandis que je suis disposé à admettre effectivement la désintégration du carbone, ayant fait les expériences avec divers échantillons de carbone d'origine différente. Le carbone, le graphite, le diamant et le charbon de sucre ont donné les résultats voisins.

Les autres éléments : Fe et Zn, se sont montrés dans les deux cas réfractaires à la désintégration.

Bothe et Fränz ont effectué des recherches sur la désintégration atomique au moyen du compteur électrique pour l'angle de 127°. Les résultats numériques obtenus par deux méthodes tout à fait différentes sont en excellent accord.

(¹) Bothe et Fränz, *Zeits. f. Phys.*, 49, 1928, p. 1.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'ensimage de la fibre de laine avec les matières grasses en émulsion aqueuse*. Note [1] de MM. **Louis Meunier** et **Jacques Corbière**, transmise par M. V. Grignard.

Nous nous sommes proposé d'étudier, quantitativement et qualitativement, le phénomène d'adsorption qui se produit lorsqu'on met en contact la fibre de laine avec une émulsion aqueuse d'huile d'olive, dans diverses conditions. Dans nos expériences, le savon protecteur de l'émulsion était formé *in situ*, par réaction de l'acide oléique (introduit dans l'huile) avec l'ammoniaque correspondante (dans l'eau de dispersion). L'émulsion stable était réalisée à la supercentrifuge, à raison d'une partie d'huile dispersée dans 100 parties de solution savonneuse.

Pour obtenir une adsorption régulière, nous avons fait filtrer l'émulsion par siphonnage dans des bandes de molleton de laine pure, de 40×4^{cm}, découpées dans le même sens et convenablement disposées.

1° Le volume d'émulsion nécessaire à la saturation de la laine dans ces conditions était de 450^{cm^3}.

2° Par l'examen microscopique du liquide filtrant et la numération des particules, nous avons constaté que les particules de 1^{μ} et au-dessous passent en totalité. Celles de 2^{μ} sont numériquement les mieux retenues par la laine. L'adsorption est cependant régie, en poids, surtout par les particules lourdes de 8 à 11^{μ}, bien qu'elles soient adsorbées en nombre relativement très restreint.

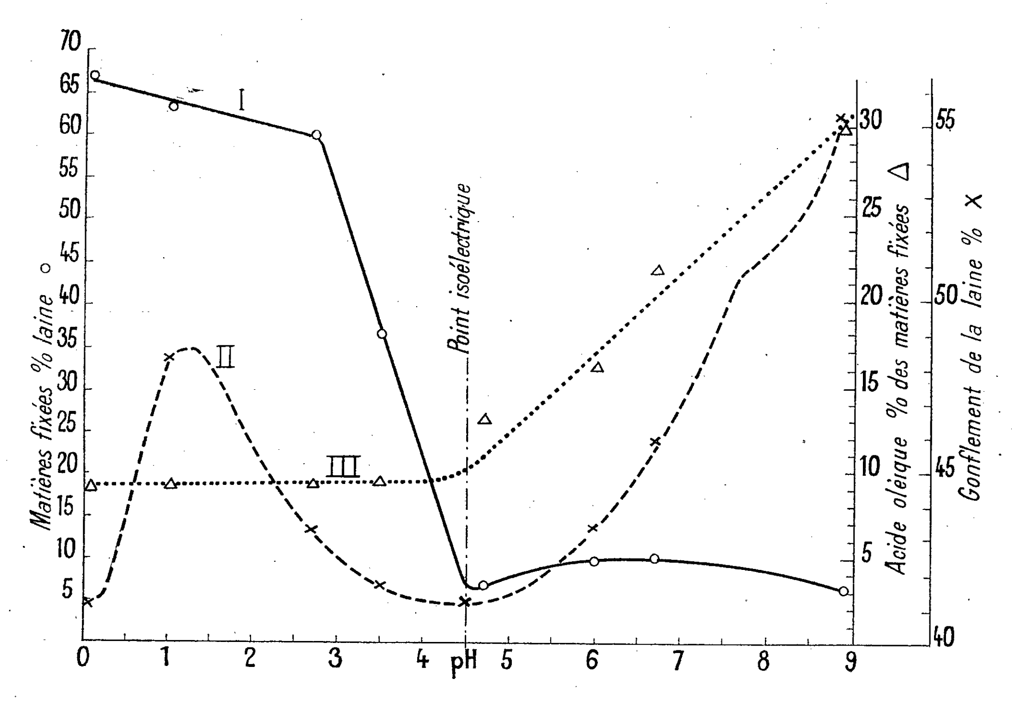
3° Quand la teneur en savon de l'émulsion augmente jusqu'à 8,5 pour 100 du poids d'huile, le taux de matières grasses fixées sur la laine diminue, en raison de l'accroissement de stabilité de l'émulsion.

De 8,5 à 14,5 pour 100 du poids d'huile, nous avons constaté un palier dans la courbe de fixation. Il correspond à un équilibre établi entre les forces d'attraction exercées par la laine sur les particules grasses et la puissance de dispersion du savon. Pour des teneurs supérieures à 15 pour 100 du poids de l'huile, cette dernière tendance devient prépondérante, et la courbe de fixation baisse à nouveau légèrement.

La composition des matières retenues par la laine est identique à celle des matières en émulsion lorsque la proportion d'acide oléique dans le

(1) Séance du 13 octobre 1930.

mélange émulsionné est inférieure à 6,5 pour 100. Pour des teneurs plus fortes, les matières fixées sont plus riches en acide oléique que le mélange émulsionné. Cette différence se stabilise très rapidement aux environs de 3 pour 100. Nous l'attribuons à une action spécifique, séparée, de l'excès de savon sur la laine.



4° Nous avons également constaté que le poids de matières fixées est directement proportionnel au diamètre moyen des particules en émulsion.

5° Nous avons préparé des bandes équilibrées à des pH allant de 0,07 à 8,9, et nous les avons traitées avec une même émulsion (à 10 pour 100 d'acide oléique dans le mélange émulsionné). Les chiffres que nous avons obtenus sont illustrés par la courbe 1 (sur laquelle nous avons reporté en pointillé la courbe du gonflement de la laine donnée par MM. Meunier et Rey [1]. Il est particulièrement intéressant de remarquer les quantités considérables de matières grasses (jusqu'à 60 pour 100 de son poids) adsorbées par la laine pour des pH inférieurs à 3, sans que le tissu prenne un toucher gras. On doit en conclure que les matières fixées sont intimement et régulièrement dispersées dans la substance même de la fibre. On peut

(1) G. Rey, *Thèse*, Lyon, 1927.

d'ailleurs s'en rendre compte par l'examen microscopique direct de la fibre, ou mieux, après teinture de celle-ci avec un colorant basique à oléate insoluble. En outre, le minimum d'adsorption correspond au minimum de gonflement de la laine, c'est-à-dire au point iso-électrique (pH = 4,5).

Les résultats qui précèdent peuvent expliquer les différences d'affinité importantes que manifestent, dans des conditions par ailleurs identiques, deux tissus dont l'aspect et la constitution sont semblables, mais dont le pH est différent.

Il faut noter aussi la constance de la composition des matières fixées (courbe III) jusqu'au point iso-électrique et la croissance régulière de leur teneur en acide oléique au delà de ce point.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition pyrogénée des bromates alcalino-terreux.* Note [1] de MM. **Hackspill** et **Winterer**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La lecture des travaux relatifs à l'acide perbromique et aux perbromates [2] montre :

1° Qu'aucun de ces composés n'a été préparé à l'état de pureté;

2° Que leur existence même n'est pas nettement établie.

Par analogie avec ce qui se passe pour les chlorates, on pouvait espérer que la décomposition pyrogène des bromates se ferait avec formation intermédiaire de perbromate.

Rammelsberg avait déjà étudié cette décomposition et constaté que dans l'air, elle se fait avec dégagement d'oxygène et souvent de brome, en particulier dans le cas des alcalino-terreux, Potilyzine confirma ces résultats dans leur ensemble, mais signala en outre pour le sel de baryum un temps d'arrêt dans la décomposition à une température inférieure à 300°.

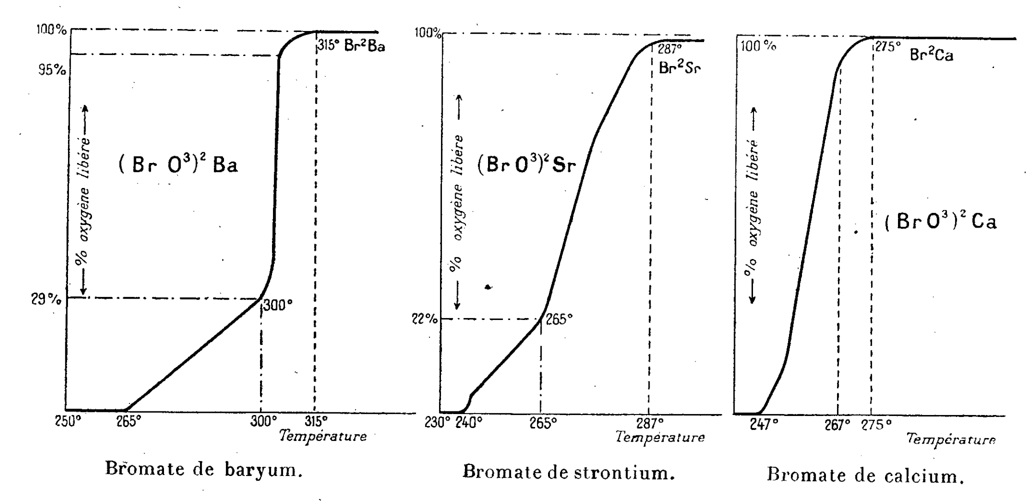
Nous avons repris ces expériences en opérant dans le vide avec des sels anhydres et secs. L'augmentation de la pression qui était enregistrée photo-

(1) Séance du 6 octobre 1930.

(2) Kämmerer, *J. Prakt. Chem.*, **1**, 1863, p. 90, 190. — Muir, *J. Chem. Soc.*, **27**, 1874, p. 324; **30**, 1876, p. 469. — Mac Ivor, *Chem. News*, **33**, 1876, p. 35. — Wolfram, *Lieb. Annalen*, **198**, 1879, p. 95. — Cook, *J. Chem. Soc.*, **65**, 1894, p. 811. — Muller et Friedberger, *Ber.*, **35**, 1902, p. 2652. — Robertsen, *Ber.*, **106**, 1912, p. 50. — Rammelsberg, *Pogg.*, **52**, 1841, p. 81, 84 et 98. — Potilizin, *J. Soc. ph.-ch. russe*, 1887, p. 339; 1890, p. 454.

graphiquement, permettait de suivre la marche de la réaction en fonction de la température. Notre méthode est donc continue et volumétrique alors que celle de nos prédécesseurs était gravimétrique et discontinue. En outre le rapport entre le volume de l'appareil et le poids de la substance mise en œuvre était calculé de telle façon que la pression finale ne dépassât pas quelques millimètres de mercure. Il s'agit donc bien d'une décomposition dans le vide, réalisée dans un appareil analogue à celui qui a été utilisé par l'un de nous en collaboration avec M. Stempfel (1).

Les résultats obtenus avec les bromates alcalino-terreux sont représentés par les courbes de la figure, fidèles reproductions de celles obtenues par enregistrement.



Bromate de baryum. Bromate de strontium. Bromate de calcium.

Pour le baryum et le calcium la totalité de l'oxygène a été mise en liberté tandis que tout le brome est resté uni au métal. La courbe du strontium, dont l'allure générale rappelle beaucoup celle du baryum, en diffère cependant par le fait qu'une petite quantité d'oxygène (1 à 3 pour 100) reste dans le résidu fixe à l'état d'oxyde SrO et qu'en échange une petite quantité de brome est mise en liberté et vient se combiner au mercure du manomètre, si l'on ne prend pas soin de l'arrêter avant. Cette courbe se trouve ainsi être la résultante de plusieurs réactions et, de ce fait, difficile à interpréter.

Le cas du bromate de baryum est plus simple. La première idée qui se

(1) Hackspill et Stempfel, *C. R. du VIIIe Congrès de Chimie industrielle*, 1928, p. 147.

présente à l'esprit est qu'entre 265 et 300° il y a formation de perbromate d'après l'équation

$$2(BrO^3)^2Ba \rightarrow (BrO^4)^2Ba + BaBr^2 + 2O^2,$$

qui indique un départ de 33,3 pour 100 de l'oxygène total. Mais avant que la réaction ne soit complète il se produirait à 300° une décomposition explosive des deux sels oxygénés, ce qui engendrerait la branche verticale de la courbe. On devrait donc pouvoir isoler le perbromate du produit chauffé au-dessous de 300°. Jusqu'ici nous n'avons pu y parvenir et nous sommes amenés à admettre la décomposition directe et totale du bromate en bromure. D'abord lente (partie inclinée de la courbe) elle deviendrait explosive à partir de 300° (branche verticale). On a signalé souvent cette période d'induction des phénomènes explosifs. Elle existe entre 100 et 550° dans le cas du mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'équilibre des sels céreux et percériques.* Note de M. G. **Lejeune**, présentée par M. C. Matignon.

Alors qu'il est difficile de déterminer en solution relativement concentrée $\left(\frac{N}{10}\right)$, le potentiel d'oxydation-réduction du système céreux-cérique [1], cette mesure est plus facile en solution très diluée ainsi que je l'ai montré dans un travail précédent [2]. Il m'a semblé par suite intéressant de chercher à expliquer pourquoi Baur et Glassner ont été dans l'impossibilité de déterminer le potentiel d'oxydation-réduction du système cérique-percérique.

Je rappelle qu'en milieu alcalin, si l'on fait passer un courant d'air dans une solution incolore de sel céreux, on voit celle-ci devenir rouge brun; si l'on arrête l'arrivée d'air, la teinte s'atténue pour devenir jaune serin. Job [3] a démontré que le sel céreux (Ce^{III}) passait à l'état percérique (Ce^{VI}), puis ce dernier réagissant sur le sel céreux en excès, le sel percérique était ramené à l'état cérique (Ce^{IV}).

Il n'en est pas de même en solution très diluée, Goard et Rideal [4] ont trouvé qu'en faisant passer un courant d'air dans une telle solution, cette

---

(1) Baur et Glassner, *Zeits. f. Elektr.*, 9, 1903, p. 534.
(2) G. Lejeune, *J. Chim. phys.*, 24, 1927, p. 482.
(3) A. Job, *Ann. de Chim. et Phys.*, 7e série, 20, 1900, p. 205.
(4) Goard et Rideal, *Proceed. of the Royal Soc.*, A, 105, 1924, p. 135.

dernière restait brune. Au bout d'un certain temps une électrode plongée dans cette solution prend un potentiel fixe et parfaitement reproductible. On peut donc admettre qu'à un degré de dilution suffisant la réaction secondaire : percérique + céreux → cérique, n'a plus le temps d'intervenir.

En employant l'appareil qui m'avait servi précédemment (*loc. cit.*) à étudier l'équilibre céreux-cérique en atmosphère d'azote, j'ai mesuré la force électromotrice de la pile

$$\mathrm{Hg} \mid \mathrm{HgCl},\ \mathrm{KCl\,Sat.} \mid \mathrm{SO^4K_2\,Sat.} \mid \mathrm{CO^3K^2}\,2,5\,\mathrm{M} \left\{ \begin{matrix} \text{céreux} \\ \text{percérique} \end{matrix} \right\} \mathrm{Pt}.$$

Les résultats, à la température de 25°, sont résumés dans le tableau suivant :

Concentrations.		Potentiel de la pile.	
Sel céreux.	Sel percérique.	Mesuré.	Calculé.
100	0	0,315	
90	10	0,262	0,257
80	20	0,239	0,236
70	30	0,225	0,222
60	40	0,212	0,211
50	50	0,200	0,200
40	60	0,192	0,190
30	70	0,174	0,177
0	100	0,015	

La quatrième colonne représente le potentiel calculé d'après la formule de Nernst,

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 + 0,002\,\mathrm{T} \log \frac{C_{\text{céreux}}}{C_{\text{percérique}}}.$$

Cette formule est vérifiée à 10 pour 100 près, les écarts observés provenant principalement du fait qu'il est difficile d'obtenir une solution céreuse ne contenant aucune trace de sel cérique et par suite les valeurs de $\mathcal{E}_0$ et des concentrations en sel céreux peuvent être légèrement faussées.

En tous les cas, un fait intéressant est à retenir : il y a un équilibre céreux-percérique se traduisant par l'existence d'un potentiel d'oxydation-réduction et faisant intervenir un changement de valence de une unité.

On ne peut donc avoir affaire à l'équilibre

$$\mathrm{Ce^{III}} + 3\,\mathrm{H^+} \rightleftharpoons \mathrm{Ce^{VI}} + 3\,\mathrm{H}$$

qui se traduirait dans la formule de Nernst par

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 + \frac{1}{3}\,0,002\,\mathrm{T} \log \frac{C_{\text{céreux}}}{C_{\text{percérique}}},$$

alors que nous venons de voir que la formule

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 + 0,002\,T \log \frac{C_{\text{céreux}}}{C_{\text{percérique}}}$$

était vérifiée à 10 pour 100 près.

Une interprétation simple peut se concevoir en supposant que, dans la solution étudiée, le cérium n'existe pas à l'état d'ions Ce^{VI}, mais au contraire à l'état d'ions CeO^{IV}, alors l'équilibre qui détermine le potentiel d'oxydation-réduction et ne suppose que l'échange d'une valence, peut s'écrire :

$$Ce^{III} + H^{+} + H^2O \rightleftharpoons CeO^{IV} + 3H.$$

Deux faits peuvent être apportés à l'appui de cette hypothèse

D'une part, on peut expliquer l'insuccès de Baur et Glassner : comme il n'y a pas de changement de valence entre les états Ce^{IV} et CeO^{IV}, il ne peut y avoir de potentiel défini par l'équilibre cérique-percérique s'il en existe un.

D'autre part, cet état du cérium sous forme d'ions CeO^{IV} n'exclut pas l'existence d'ions Ce^{VI}. Si, en effet, au lieu d'oxyder la solution céreuse par l'air, on emploie l'eau oxygénée, la solution obtenue est d'un rouge plus intense, la différence de coloration des solutions céreuses oxydées, soit par l'air, soit par l'eau oxygénée, tiendrait à une différence dans le degré d'ionisation, l'air ne pouvant amener le cérium Ce^{III} qu'à l'état CeO^{IV} alors que les oxydants, tel l'eau oxygénée, le font passer directement à l'état Ce^{VI}.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Complexes cristallisés obtenus à partir des acétates de bornyle et d'isobornyle.* Note (¹) de MM. **Georges Brus** et **J. Vebra**, transmise par M. Paul Sabatier.

1. Dans une précédente Communication (²), nous avons signalé la formation de complexes cristallisés entre l'acétate d'isobornyle et les catalyseurs qui provoquent sa transformation en camphène.

Nous avons obtenu ces composés d'addition par simple mélange de l'acétate d'isobornyle avec les acides ortho et pyrophosphorique, l'acide arsénique, les chlorures : PCl^5, $SbCl^3$, $BiCl^3$, $SnCl^4$, $ZnCl^2$.

(¹) Séance du 13 octobre 1930.

(²) G. Brus et J. Vebra, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 267.

La formation de ces complexes est exothermique; ils sont très facilement dissociés par l'eau ou l'humidité et aussi, d'une manière plus ou moins complète, par tous les solvants; aussi il est assez difficile de les purifier pour les analyser. Ils sont formés de l'union, molécule à molécule, de leurs constituants, sauf toutefois le complexe d'acétate d'isobornyle et d'acide pyrophosphorique qui contient 2 mol. d'ester pour 1 mol. d'acide. Leurs formules sont donc

$$C^{10}H^{17}OCOCH^3.PO^4H^3,\quad C^{10}H^{17}OCOCH^3.ZnCl^2,\quad \ldots,\quad 2C^{10}H^{17}OCOCH^3.P^2O^7H^4.$$

Combinaison acétate d'isobornyle-acide o-phosphorique. — Elle fond entre 64°-66°. Pesé $0^g,3885$; décomposé par ébullition avec 100^{cm^3} d'eau; l'acide phosphorique est précipité à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien et pesé sous forme de pyrophosphate de Mg :

$$P^2O^7Mg^2 : 0^g,1525,\quad \text{d'où}\quad PO^4H^3 \text{ pour } 100 = 34,9.$$

Calculé pour $C^{10}H^{17}OCOCH^3.PO^4H^3$: PO^4H^3 pour 100 = 33,33.

Complexe d'acétate d'isobornyle et de trichlorure d'antimoine. — Il est assez stable et fond à 72°-73° avec netteté. Pesé : $0^g,7930$; décomposé à l'ébullition par une solution de HCl à 20 pour 100. L'antimoine est précipité à chaud par H^2S à l'état de Sb^2S^3 :

$$Sb^3S^3 : 0^g,3115,\quad \text{d'où}\quad SbCl^3 \text{ pour } 100 = 52,9.$$

Calculé pour $C^{10}H^{17}OCOCH^3SbCl^3$: $SbCl^3$ pour 100 = 53,6.

Complexe d'acétate d'isobornyle et de chlorure de zinc (¹). — Pesé : $0^g,2850$; décomposé par l'eau chaude; le chlore est titré par $NO^3Ag\ \frac{N}{10}$:

$$\text{Utilisé} : 17^{cm^3},45,\quad \text{d'où}\quad Cl \text{ pour } 100 = 21,73.$$

Calculé pour $C^{10}H^{17}OCOCH^3ZnCl^2$: Cl pour 100 = 21,33.

2. L'acétate de bornyle donne les mêmes complexes que l'acétate d'isobornyle; par contre, avec les formiates de bornyle et d'isobornyle, nous n'avons pas obtenu de complexes solides analogues aux précédents, bien que les acides et chlorures ci-dessus se dissolvent dans ces formiates, ce qui nous fait supposer que les complexes se forment mais restent liquides. Les propionates, butyrates, valérianates de bornyle et d'isobornyle ne se mélangent pas au contraire avec les composés minéraux ci-dessus.

(¹) Les combinaisons de $ZnCl^2$ avec les acétates de bornyle et d'isobornyle ont été obtenues par Meerwein en 1926, en solution éthérobenzénique (MEERWEIN, *Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft*, III Jahrg. *Naturwissenschaftliche Klasse*, Heft 5, p. 162).

3. Les acétates de bornyle et d'isobornyle régénérés de leurs complexes par ébullition avec l'eau sont identiques aux esters primitifs; ils n'ont subi aucune isomérisation.

Un acétate de bornyle à 99,8 pour 100, de rotation $\alpha_j = +29^\circ,04$, donnant par saponification du bornéol fondant à 205°,5, est transformé en sa combinaison avec PO^4H^3; le complexe est ensuite décomposé par l'eau; l'ester régénéré, lavé et séché, titre 99,2 pour 100; sa rotation est la même et le bornéol obtenu par saponification fond à 205-206°.

4. Nous pensons que la formation des composés d'addition précédents est due aux valeurs supplémentaires de l'oxygène carbonyle de l'ester (I) [1]; la combinaison acétate de bornyle-acide *o*-phosphorique, par exemple, sera alors représentée per la formule (II) :

$$\underset{\text{(I)}}{CH^3-\underset{\underset{\diagup\;\diagdown}{\overset{\|}{O}}}{C}-OC^{10}H^{17}} \qquad CH^3-\underset{\underset{H\quad PO^4H^2}{\overset{\|}{O}}}{C}-OC^{10}H^{17} \quad \text{ou [2]} \quad \underset{\text{(II)}}{\left[\begin{matrix}CH^3\diagdown \\ C^{10}H^{17}O\diagup\end{matrix}C=O:\overset{+}{H}\right]\overset{-}{PO^4H^2}}.$$

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des formations calcaires de l'Indochine Centrale.* Note [3] de M. **J. H. Hoffet**.

Par Indochine Centrale j'entends la feuille de Hué-Tourane au $\frac{1}{500\,000}$. Elle renferme en plusieurs points des massifs calcaires, qui se trouvent répartis dans des régions naturelles délimitées comme suit : 1° une première bande calcaire coupe cette feuille dans sa partie supérieure du Nord-Ouest au Sud-Est. Elle est bordée vers le Sud-Ouest par une dorsale cristalline qui lui est parallèle et qui va du nord de Tchépone vers Tourane où elle se perd dans la mer; 2° au sud de cette dorsale nous retrouvons des calcaires aux Montagnes de Marbre dans la région de Tourane; cette formation se prolonge vers l'Ouest dans des plis anciens où elle est à l'état de lentille; 3° enfin, en troisième lieu, on connaît quelques pointements calcaires au nord de Saravanne au Laos.

N'ayant jamais rencontré de fossiles dans ces calcaires, M. Bourret [4],

(1) Voir Tschelinzeff, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 35, 1924, p. 741, et 37, 1925, p. 176.

(2) Voir G. Dupont, *Conférence sur la théorie électronique de la valence* (*Bull. Soc. chim.*, 4e série, 41, 1927, p. 1112).

(3) Séance du 6 octobre 1930.

(4) Bourret, *La chaîne annamitique et le plateau du Bas Laos à l'ouest de Hué* (*Bull. Serv. géol. Indochine*, 15, v, 1925, p. 58).

pour des raisons de faciès et d'analogie, les considérait tous comme ouraliens. Quant aux granites de la dorsale cristalline qui les ont métamorphisés il leur attribuait un âge permien. Les résultats de mes recherches infirment en partie ces conclusions. Pour les exposer je traiterai séparément de chacune de ces régions.

1° Calcaires du nord de la dorsale cristalline. Ils sont passablement développés et forment le synclinal de Ban Kung. On peut les considérer comme la terminaison et la suite des éléments calcaires du Nam Hin Boun dont ils sont l'ultime et la plus méridionale virgation. Ils sont presque partout fossilifères et reposent en discordance sur des grès et schistes très plissés du Dévonien. Près de Ban R' ni (Laos) ces calcaires renferment *Productus giganteus* Martin, *P. striatus* Sowerby, *Daviesella comoïdes* Sowerby, des polypiers, etc. Cette faune est nettement viséenne.

En un autre point, près de Ban Thaphing (Laos), on trouve *Orthoceras* sp. *Spirifer bisulcatus* Sowerby, *Pugnax pugnus* Martin, *Euomphalus* sp., etc., *Sp. bisulcatus* est identique à celui trouvé plus au Nord par M. Fromaget (¹) où il est associé à des céphalopodes du Moscovien inférieur. Quant à l'Ouralien, je ne l'ai rencontré nulle part dans ces régions.

En plusieurs endroits ces calcaires ont subi à leur base au contact des granites un léger métamorphisme. Ceci permet de dater ces venues granitiques et de les attribuer au Moscovien supérieur. Il serait dans ce cas contemporain de ceux du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun dont ils forment le prolongement.

2° Les calcaires de la région de Tourane. Ils se trouvent au sud de la dorsale cristalline. On les rencontre aux Montagnes de Marbre ainsi que dans les plis anciens à l'état de lentille. Ils ne m'ont donné que quelques rares tiges d'Encrines, la cristallisation ayant fait disparaître toute autre trace d'organisme. Leur âge est plus difficile à préciser. Ils reposent sur des calcschistes qui passent sans transition à des séricitoschistes qui sont des granites énergiquement laminés. Deux questions se posent. A quelle époque s'est produit le métamorphisme et quand ces calcaires ont-ils été plissés? Les granites les plus récents de la région de Tourane, ceux qui arrivent au contact des marbres, sont du Moscovien supérieur comme ceux de toute la ride cristalline. Ce sont eux qui ont dû produire le métamorphisme. Les calcaires sont donc anté-ouraliens. Quant aux plissements ils

---

(¹) FROMAGET. *Études géologiques sur le nord de l'Indochine Centrale* (*Bull. Serv. géol. Indochine*, 16, II, 1927, p. 331).

sont plus récents. Or ces régions n'ont, depuis le Moscovien, été le théâtre que de deux mouvements d'une certaine importance. Une première fois au Trias supérieur, lors d'une poussée intense qui a produit les plissements du nord de l'Indochine et une seconde fois après le dépôt des couches liasiques des environs de Tourane. Ces derniers mouvements ne paraissent pas avoir été suffisamment intenses pour produire des écrasements dans le soubassement, ils n'ont guère affecté que les couches liasiques. Il nous faut donc admettre pour le moment que c'est au Trias qu'eut lieu le plissement des marbres.

3° Le troisième affleurement de calcaire se trouve au Lacs près de Saravanne. Les calcaires y affleurent sous une couverture de grès rhétiens. Ils sont fossilifères et renferment *Fusulina Japonica* Gümbel (¹). Cette espèce se rencontre en Indochine dans l'Ouralien supérieur et dans le Permien inférieur.

En résumé, nous voyons que sur les trois régions calcaires connues, celle du Nord-Est, qui forme le synclinal du Ban Kung, est viséenne et moscovienne. Celle de Saravanne appartient à l'Ouralien supérieur ou au Permien inférieur. Quant aux marbres de la région de Tourane, la seule chose que l'on puisse dire avec certitude est qu'ils sont anté-ouraliens.

Au point de vue structural ces calcaires permettent de reconnaître trois ensembles : 1° la région du Nord-Est, bordée vers le sud par le prolongement du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun, elle se rattache intimement aux éléments calcaires de la feuille de Vinh; 2° la plaine du Mékong et le plateau des Boloven. Ces régions sont entièrement constituées par des grès secondaires horizontaux, leur soubassement visible seulement en quelques endroits est formé de calcaires anthracolithiques; 3° la chaîne annamitique au sens géographique. Aucun calcaire n'y est connu. Elle correspond au « Massif Central Indochinois » de M. Blondel (²) et à l'Annamia de M. Fromaget (³). C'est au sud de Tourane suivant une ligne dirigée Est-Ouest que se fait la jonction de cette région avec la première. J'analyserai ultérieurement ce contact.

(¹) Cette détermination est due à l'obligeance de M. Gubler.

(²) BLONDEL, *État de nos connaissances en 1929 sur la géologie de l'Indochine française* (*Bull. Serv. géol. Indochine*, 18, VI, 1929, p. 9).

(³) FROMAGET, *Note préliminaire sur la stratigraphie des formations secondaires, etc.* (*Bull. Serv. géol. Indochine*, 18, V, 1929, p. 14).

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des porphyrites et des rhyolites dans le Haut-Laos et les régions limitrophes.* Note [1] de M. **J. Fromaget.**

En 1919, M. Dussault [2] plaça les andésites de la région comprise entre Luang Prabang et Pak Lay à la fin du Permien. Plus tard, en 1925, MM. Jacob et Dussault [3] admirent que la majeure partie des porphyres basiques devaient avoir accompagné les charriages de l'Indochine du Nord, ce qui les plaçait à la période secondaire. Pour les rhyolites, ils les classaient dans le Trias, comme dans le nord du Tonkin. M. Bourret [4] étudiant la région de Pak Lay considère les andésites comme plus anciennes que les rhyolites, antérieures, elles-mêmes, aux granodiorites, ce qui le conduisit à attribuer toutes ces formations volcaniques au Permo-Trias. Enfin en 1927 [5], j'admis que toutes les porphyrites du Tran Ninh étaient syntectoniques des mouvements majeurs de l'Indochine, c'est-à-dire néo-triasiques. Quant aux rhyolites je leur attribuai un âge permien.

Mes nouvelles observations (1928 à 1930) portent sur la partie de l'Indochine du Nord comprise entre Laokay et Vientiane en passant par Phong Saly Luang Prabang, le Tran Ninh et la région à l'est et au nord-est de Pak Lay. Dans ces régions les porphyrites et les rhyolites présentent des types intrusifs et des types d'épanchement. Aux premiers se rattachent des roches grenues (gabbros), ou ophitiques (dolérites), ou même microgrenues : micropegmatites et microgranites. Ces roches peuvent également constituer des coulées et passent par des types intermédiaires, tels que, les andésites ophitiques aux véritables roches d'épanchement : andésites et rhyolites souvent accompagnées de tufs et de brèches, qui forment à elles seules la plus grande partie des roches dont il est question dans cette Note. Les porphyrites sont toujours riches en pyroxène et le plus souvent cuprifères.

La superposition des rhyolites sur les porphyrites s'observe dans toutes les régions où ces deux séries de roches coexistent. En outre, les rhyolites constituent des filons ou des dykes au sein des andésites, ainsi que le fait observer M. Bourret pour la région de Pak-Lay [6]. L'ancienneté des por-

---

[1] Séance du 13 octobre 1930.
[2] L. Dussault, *Bull. Serv. géol. Indochine*, 6, vi, 1919, p. 9 à 11.
[3] Ch. Jacob et L. Dussault, *Ibid.*, 13, iv, 1925, p. 117 et 118.
[4] R. Bourret, *Ibid.*, 13, ii, 1925, p. 90 et 91.
[5] J. Fromaget, *Ibid.*, 16, ii, 1927, p. 199-205.
[6] R. Bourret, *loc. cit.*, p. 82 à 87.

phyrites par rapport aux rhyolites ne fait pas de doute. Quelquefois les rhyolites sont intercalées dans des sédiments en partie détritiques et tufacés, ou même complètement absentes et remplacées alors par des sédiments. Grâce à la présence de fossiles dans ces roches sédimentaires j'ai pu dater la limite de ces deux séries éruptives. Deux régions nous renseignent à ce sujet. Dans la première située entre le Mékong et la vallée du Nam-Song, au Nord, les andésites redressées sont recouvertes par une formation détritique fossilifère (grès schisteux, gris bleu ou verdâtres avec poudingues à éléments de granite et d'andésite, tufs avec brèches de rhyolites et schistes avec horizons de charbon ou de brèches calcaires). Trois gisements fossilifères sont connus : 1° près de Na-Phong sur le Nam-Song, où des schistes avec brèches calcaires contiennent des Encrines et des Fusulines du Permien inférieur, légèrement remaniées : *Schwagerina Verbeecki*, *Fusulina* cf. *ambigua*, *Doliolina* sp. *Neoschwagerina* sp.

2° A l'ouest de Muong Phuong où des schistes noirs ont donné une faune à cachet littoral, qui contient surtout des Brachiopodes (Productidés et Strophoménidés), des Lamellibranches, des Gastropodes, un Orthocère et des débris de végétaux.

3° A l'ouest du gisement précédent, des recherches de charbon ont fait découvrir une flore caractérisée par deux formes permiennes : *Sigillaria Brardi* du Rothliegendes et *Asterophyllites longifolia* de la Shihhotse séries (Shansi Central). Cette formation est transgressive (1) et comprend probablement *tout le Permien* (2), *elle est contemporaine des rhyolites* qui participent à sa constitution et *postérieure aux andésites* qu'elle recouvre et contient à l'état de galets. La deuxième région est située au nord de Luang Prabang dans la vallée du Nam Ou. Là les rhyolites sont inconnues et les porphyrites, représentées surtout par des andésites, sont recouvertes par des calcaires massifs non écrasés qui contiennent des Fusulines : *Neoschwagerina globosa* et *Schwagerina Verbeecki*, ce qui indique le Permien inférieur.

A Muong Phuong même, où une ligne de rochers calcaires disposée en anticlinal, étiré et poussé vers l'est suivant un contact tectonique important qui est souvent un plan de charriage (3), constitue le substratum des andésites; ces calcaires contiennent de petites Fusulines (*Fusulina Rouxi*, *Neofusuli-*

(1) Un autre gisement situé dans des grès avec tufs rhyolitiques en amont de l'embouchure du Nam Song contient des fragments de calcaires avec fossiles du Dévonien.

(2) Elle avait déjà été attribuée au Permien par M. DAUSSAULT, *loc. cit.*, p. 22.

(3) JACOB et DUSSAULT, *Front de charriage du pays Kha* (*loc. cit.*, p. 99 et 100).

nella præcurser et *Nobsoleta*); ils se placent donc à la base de l'Ouralien. C'était l'opinion de M. Bourret en 1925.

Ainsi les porphyrites qui sont comprises entre l'Ouralien inférieur et le Permien appartiennent à la plus grande partie de l'Ouralien. En outre les porphyrites sont post-granitiques ainsi que l'ont observé MM. Jacob et Dussault à l'ouest de Ban Houei Say et plus récemment moi-même à Sakay sur les bords du Mékong, où ces roches sont en filons dans les granodioristes. La limite supérieure des rhyolites permiennes est difficile à préciser ; en effet, entre Lai Chau et Phone Saly, où l'on observe l'une des coupes les plus complètes du Trias de ces régions, les rhyolites sont recouvertes par des arkoses avec schistes à Anodontophores (Trias inférieur ou moyen, enfin aux deux à la fois); ces couches supportent un terrain rouge marneux avec poudingues équivalent latéral des schistes et grès de Phong Saly à flore néo-triasique ([1]). On peut donc conclure que les épanchements de rhyolites qui se sont produits pendant le permien ne se sont arrêtés qu'au début du Trias.

GÉOLOGIE. — *Tourbières et modifications forestières postglaciaires des Vosges moyennes.* Note ([2]) de MM. **Georges Dubois** et **J.-Pierre Hatt**, présentée par M. Ch. Barrois.

Nous avons étudié par la méthode de l'analyse pollinique ([3]) un groupe de tourbières des Vosges moyennes : 1° la tourbière bombée du Champ-du-Feu (alt. 1040^{m}); 2° la tourbière de pente de Sutt au nord du Hohwald (alt. 925^{m}); 3° la tourbière de cuvette de la Maxe, près de Salm (alt. 620^{m}). La tourbe a été traversée sur 6^{m},50 au Marais de la Maxe, sur 5^{m},50 au Champ-du-Feu et sur 1^{m} à Sutt.

Histoire forestière de la région. — Les diagrammes polliniques de ces tourbières mettent en évidence une *histoire forestière des montagnes environnantes*, dont voici les principaux traits :

Une sylve de Pin et Bouleau avec Coudrier et quelques autres essences règne tout d'abord, mais très rapidement le Bouleau régresse.

Le Pin régresse à son tour, tandis que, avec le Coudrier, se développe

([1]) J. Fromaget, *Note préliminaire sur la stratigraphie des formations secondaires*, etc. (*Bull. Serv. géol.*, 17, v, 1929, *passim*).

([2]) Séance du 13 octobre 1930.

([3]) Méthode particulièrement mise au point par G. Erdtman.

l'association dite Chênaie mixte, composée de Chêne, Tilleul et Orme. Dans cette association, le Tilleul tend à dominer d'abord; il disparaît ensuite rapidement alors que le Chêne prévaut et demeure. Un maximum de pullulation du Coudrier précède d'ailleurs légèrement celui de la Chênaie mixte.

Le Coudrier et la Chênaie mixte s'effacent bientôt au profit de la Hêtraie-Sapineraie, association qui va dès lors peupler la montagne presque à elle seule, les autres essences n'y tenant qu'une faible place. Dans la Hêtraie-Sapineraie, c'est tantôt le Sapin, tantôt le Hêtre qui prédomine : au Champ-du-Feu, à 1040^{m} c'est d'abord le Sapin pour un court temps, puis le Hêtre; à Sutt, à 925^{m} c'est longtemps le Sapin, et seulement très tardivement le Hêtre; à la Maxe, à 620^{m} c'est constamment le Sapin.

Actuellement, c'est encore la Hêtraie-Sapineraie qui couvre les hauteurs de 500 à 1000^{m} dans les Vosges moyennes avec d'autres arbres en proportion relativement forte (notamment l'Epicea), et dont la progression est surtout (sinon exclusivement) l'œuvre de l'homme.

Chronologie des phases forestières et âge des tourbières. — L'histoire forestière révélée par l'étude des tourbières des Vosges moyennes est, dans l'ensemble, très voisine de celle, en partie connue déjà, de diverses basses montagnes d'Europe Centrale et Occidentale. Elle s'est déroulée tout entière après la disparition des glaces ou des neiges de la dernière glaciation, c'est-à-dire au cours du Flandrien.

La phase à Bouleau-Pin-Coudrier correspond à la fin de la période subarctique ou au début de la période boréale de Blytt-Sernander (Azilien). L'apogée de la Chênaie mixte correspond très sensiblement à l'optimum de température postglaciaire, reconnu dans une grande partie de l'Europe (période atlantique : Néolithique). La phase Hêtraie-Sapineraie correspond à la fin de la période atlantique et aux périodes subboréale et subatlantique (de la fin du Néolithique à nos jours).

Parmi les trois tourbières, celle de la Maxe montre la succession de toutes les phases forestières décrites plus haut; elle est la plus anciennement installée : si l'on se base sur les données géochronologiques de De Geer, elle doit être âgée de quelque 9000 années. Celle du Champ-du-Feu s'est établie un peu plus tard lors de la décroissance du Pin : elle aurait 8000 ans. Celle de Sutt ne paraît exister que depuis la défervescence de la Chênaie mixte : elle n'aurait guère que 4000 ans.

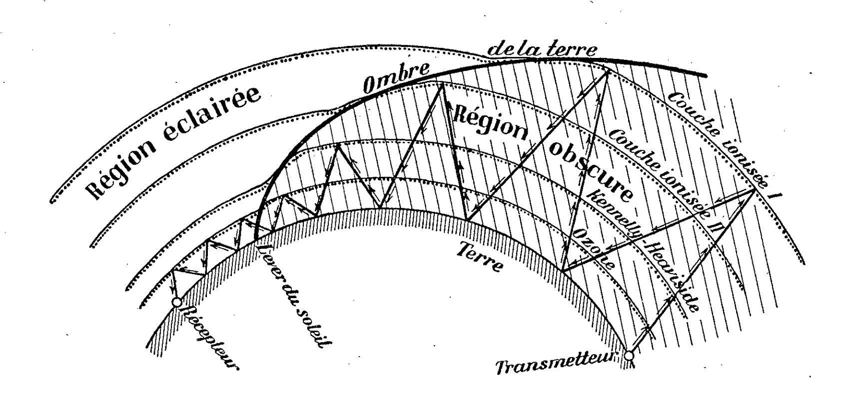
ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Le sondage des hautes couches ionisées par les ondes courtes au lever du Soleil entre Paris et le Sahara.* Note de M. **Jean Lugeon**, présentée par M. G. Ferrié.

J'ai demandé à M. Bureau qu'il veuille bien faire transmettre par le Mont Valérien près de Paris, des signaux ininterrompus sur 56 et 36^{m}, encadrant de 3 heures le lever du Soleil, afin d'étudier l'action des rayons solaires sur la propagation des ondes courtes et de pouvoir déterminer de la sorte l'altitude des couches de réflexion.

J'ai enregistré ces signaux à El-Goléa à 2000^{km} de l'émetteur, les 26, 29, 31 octobre et le 2 novembre 1929. Le cas du 2 novembre est particulièrement intéressant. L'émission débuta quand les rayons rasants du Soleil, ou en d'autres termes, l'ombre de la Terre se trouvait à 400^{km} au-dessus des stations de transmission et de réception. Lorsque ces rayons atteignirent l'altitude de 280^{km}, je remarquais un premier maximum intense du champ, suivi d'un fléchissement, jusqu'à ce qu'ils fussent à 250^{km}, puis des irrégularités entre cette dernière altitude et 185^{km}. Là, l'onde devint stable pour passer par un minimum quand les rayons se trouvèrent entre 110 et 90^{km} au-dessus d'El-Goléa et 170^{km} au-dessus de Paris. Un nouveau maximum plus fort que le précédent, suivi d'une rapide extinction eut lieu à l'instant où la lumière pénétrait dans les couches comprises entre 92 et 85^{km} sur Paris et 50^{km} sur El-Goléa. A partir de ce moment la réception resta saccadée jusqu'à ce que la lumière se fît à 50^{km} sur Paris. Puis dès cet instant et jusqu'au lever du Soleil, sur l'émetteur à $6^{h},40$, l'onde fut entendue avec une pureté et une stabilité étonnante. Les anomalies de réception au cours des autres expériences correspondirent à des altitudes semblables.

Le 2 novembre l'altitude de la couche de Kennelly-Heaviside déterminée à l'aide de la méthode de sondage par les parasites était à $83^{km},6$ sur Zurich, dont la latitude diffère peu de celle de Paris et à 110^{km} sur El-Goléa (*Comptes rendus*, 191, 1930, p. 525). En outre, il devait exister ce jour-là d'autres couches ionisées jouant pour toutes les longueurs d'onde le même rôle que la couche de Kennelly-Heaviside et situées au-dessus de Zurich entre les altitudes de 250 et 280^{km} et 180 et 197^{km}. Car les diagrammes de parasites au passage des anneaux crépusculaires m'ont donné à maintes reprises raison de croire à l'existence de plusieurs couches (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1114).

La coïncidence entre les chiffres dus au sondage par les parasites et ceux dus au sondage par les ondes courtes est si frappante, qu'on ose penser que la coupe de l'atmosphère au-dessus de la France, le 2 novembre, était formée par 4 couches réfléchissantes situées aux altitudes de 280, 185, 85 et 50^{km}.



Toutefois ces couches ne semblent pas réfléchir simultanément les ondes hertziennes. On peut expliquer le mécanisme de la propagation dans la zone de l'anneau crépusculaire de la manière suivante : A l'instant où l'ombre de la Terre entre en contact avec les régions des couches réfléchissantes où l'onde incidente est successivement réfractée et renvoyée vers le sol, on doit, tout comme pour les parasites lointains arrivant après réflexion au récepteur, remarquer une variation du champ à la réception. C'est une conséquence de l'effet photo-électrique des rayons rasants du Soleil. Ainsi, si l'on n'avait affaire ici qu'à une seule couche à 100^{km}, l'onde de 56^{m} qui décrit 12 zigzags entre elle et la Terre sur l'arc Paris-El-Goléa, aurait produit 12 anomalies pendant que les rayons du Soleil levant décrivent la même route. Or, l'expérience ne donna que 5 anomalies, correspondant aux susdites altitudes des rayons solaires. D'où l'on est tenté de conclure que l'onde ne put qu'être successivement renvoyée par plusieurs couches, dont les altitudes dépendraient donc à la fois du nombre d'anomalies enregistrées et de l'instant auquel elles se produisent, par rapport au lever du Soleil, le long de l'arc Paris-El-Goléa.

Comme conséquence à cette hypothèse, on pourra énoncer la règle suivante : Pendant la nuit les ondes courtes sont renvoyées habituellement par les plus hautes couches ionisées, alors que pendant le jour elles sont essentiellement réfléchies par les basses couches. Au passage de l'obscurité à la lumière elles rebondissent successivement sur chacune de ces couches, en

passant brusquement d'une couche supérieure à une couche inférieure, dès que les rayons rasants du Soleil commencent à éclairer la couche supérieure. (Voir la figure.)

D'après le sondage par les parasites sur ondes courtes et longues, ces couches seraient soumises à un mouvement de va-et-vient vertical, à une *marée* journalière, dont l'amplitude serait proportionnelle à leurs altitudes respectives, avec une différence de phase réglée par la vitesse de l'ombre de la Terre.

PHYSIOLOGIE. — *Persistance de l'activité phagocytaire du thymus au cours de son involution.* Note (1) de MM. **R. Argaud** et **M. Pesqué**.

La fonction toxipéxique du système réticulo-endothélial vis-à-vis des poisons d'ordre chimique, le benzol ou le toluidène diamine par exemple, se retrouve très nettement dans la trame thymique. Lewin a montré que l'injection de benzol détermine, chez la lapine, une véritable *involution accidentelle du thymus*, avec destruction des thymocytes et développement hypertrophique des cellules réticulées dont certaines s'isolent et deviennent des macrophages libres. Certaines matières toxiques provoquent même la formation de corpuscules de Hassal (Hammar). Il est évident que le thymus se comporte, à peu près, de la même manière vis-à-vis des toxines organiques résultant, incessamment, de la désintégration cellulaire. Il s'agit alors d'une intoxication lente, sans grande réaction collagène et sans, ou presque sans, néoformation de corpuscules.

Quoi qu'il en soit, au cours de l'involution physiologique du thymus, il arrive un moment où la trame réticulée s'hypertrophie et vide ses mailles.

Quel est désormais son rôle? et, d'abord, est-elle formée de cellules toujours actives?

Pour tâcher de répondre à ces questions, nous avons choisi, de préférence, comme matériel d'étude, le thymus cervical de Cobayes âgés. Chez les vieux Cobayes, le thymus épiblastique est, en effet, plus nettement encore que le thymus thoracique, réduit en la trame épithéliale qui fut son berceau. C'est à peine si quelques follicules persistent, exceptionnellement oubliés par l'involution sénile.

(1) Séance du 22 septembre 1930.

Comme technique nous avons employé la méthode des injections de bleu trypan à 1 pour 100, espacées de 2 à 3 jours, et pratiquées, dans l'épaisseur de la muqueuse du cavum, à la dose de 1^{cm^3} à $1^{cm^3},5$ pour 100^g d'animal.

Nous avions déjà signalé [1] le barrage opposé par les cellules de la capsule à l'imprégnation de la glande par le bleu trypan. Nous avons montré que, vers la cinquième injection, les cellules colorées deviennent si abondantes et tellement tassées les unes contre les autres qu'elles constituent, autour de chaque follicule coloré en rouge, par exemple par le carmalun, une enveloppe bleue. Le nombre des cellules intrafolliculaires teintées en bleu est relativement faible, quoique augmentant, lui aussi, avec le chiffre des injections. Il est donc avéré que, dans le thymus physiologique, le rôle antixénique est dévolu aux histiocytes de la capsule qui phagocytent tout ce qu'ils peuvent, jusqu'au moment où ils sont débordés.

Dans les thymus séniles, en voie d'involution lente, il n'en est pas ainsi. Au bout d'un certain nombre d'injections les cellules de la trame tout entière, les seules qui persistent encore, sont abondamment farcies de bleu trypan. Ainsi débarrassées des innombrables thymocytes au sein desquels elles sont enfouies et qui les masquent, même dans les coupes les plus minces, les cellules réticulo-épithéliales apparaissent alors avec une netteté parfaite. Extrêmement hétéromorphes, hétérométriques et simplement rattachées les unes aux autres par de fins tractus protoplasmiques, elles se prêtent admirablement à toutes les investigations. Il n'est pas rare de voir des histiocytes en train de s'isoler de cette trame, et d'apercevoir, jusque dans l'épaisseur des filaments intercellulaires, des grains de bleu trypan qui marquent ainsi leur cheminement d'une cellule à l'autre. Il est donc évident que, loin d'être en déchéance définitive, le thymus sénile présente, au contraire, une augmentation notable de sa fonction phagocytaire.

Dès lors s'expliquent aisément les résultats contradictoires de certaines recherches antérieures. On sait que, pour Tchassownikoff, Popoff, etc., les cellules réticulées du thymus n'auraient aucun pouvoir phagocytaire; pour Rudberg, Joffé, Gottesmann, Seyssojew, Wituschinsky, Sipowsky, Lewin, Mandelstann, ces éléments se comporteraient, dans certaines conditions pathologiques, comme les cellules réticulo-endothéliales et joueraient le rôle de macrophages; pour Lubarsch, la trame thymique appartient au système de Aschoff; pour Kiyono, Teploff et Popoff, seules, les cellules

---

(1) *C. R. Soc. Biologie*, **103**, 8 mars 1930, p. 749.

mésodermiques de la couche corticale seraient aptes à l'emmagasinement des colorants colloïdaux.

Au fond, ces divergences d'opinions ne sont qu'apparentes et leur diversité résulte d'une double cause : elles proviennent, d'abord, pour une faible part, du nombre variable d'injections et de l'inégalité du laps de temps interposé entre elles. Ensuite et surtout, de la différence d'âge des animaux d'expérience.

En réalité, l'activité physiologique du thymus passe par deux phases. Au cours de la première, qui est celle de la jeunesse, la fonction prépondérante est thymocytogène. Par amitose et par bourgeonnement, les cellules réticulo-épithéliales donnent naissance à des thymocytes. Le rôle phagocytaire est, à ce stade, exclusivement dévolu aux cellules de la capsule folliculaire.

Au cours de la seconde, et à mesure que le thymus avance en âge, la fonction cytogénique fait progressivement place à l'acte phagocytaire, de telle sorte que le thymus, *en évoluant*, acquiert un pouvoir antixénique intense.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le milieu intérieur de la lamproie marine* (Petromyzon marinus). *Ses variations en fonction de celles du milieu extérieur.* Note (1) de M. **Fontaine**, présentée par M. L. Joubin.

Les lamproies qui ont été utilisées pour cette étude ont été pêchées, au mois d'avril, dans les environs du confluent de la Vienne et de la Loire. Ces poissons se rendaient vers leurs frayères situées en amont où ils se reproduisent au début du mois de juin. Toutes nos déterminations ont porté sur le sérum obtenu par centrifugation du sang défibriné :

	Δ.	Cl en NaCl par litre.	$\frac{\text{Pression osmot. due au Cl}}{\text{Pression osmot. totale}}$
	°	g	
Lamproies normales	−0,54	7,00	0,77
	−0,54	6,86	0,76
	−0,52	7,00	0,80
	−0,56	7,00	0,75
Moyennes	−0,54	6,96	0,77

Soulignons la valeur du rapport $\frac{\text{pression osmotique due au Cl}}{\text{pression osmotique totale}}$. Ce rapport

(1) Séance du 6 octobre 1930.

est légèrement plus élevé que celui qui a été trouvé pour les Téléostéens et les Sélaciens examinés jusqu'à présent. Or on sait que, d'une manière générale, le rôle de chlorure de sodium dans l'établissement de la concentration moléculaire est d'autant plus important que l'animal est moins élevé en organisation ([1]).

L'examen du milieu intérieur confirme donc bien la place donnée par les zoologistes aux Cyclostomes dans l'échelle des êtres vivants en les situant à la base de la classe des poissons.

Nous avons étudié les modifications du milieu intérieur sous l'influence du changement de salinité. Dans les expériences qui suivent, la salinité était réalisée progressivement par l'addition d'eau de mer à l'eau douce :

Lamproie n°.	Δ milieu extérieur.	Δ sérum.	Cl en Na Cl par litre de sérum.	$\frac{\text{Pression osmot. due au Cl}}{\text{Pression osmot. totale}}$.
	°	°	g	
I..........	−0,02	−0,54	6,86	0,76
II..........	−0,49	−0,56	6,61	0,71
III..........	−0,81	−0,66	7,30	0,66
IV..........	−1,00	−0,77	8,50	0,66
V..........	−1,96	−1,08	13,80	0,76

Les lamproies n'ont été sacrifiées qu'au moins 24 heures après la dernière addition d'eau de mer, sauf le n° V qui a dû être sacrifié au bout de 4 heures, étant, à ce moment, en très mauvais état. On ne peut, en effet, reporter en eau salée sans entraîner leur mort ces lamproies qui, cependant, viennent de l'Océan. Il semble bien qu'elles commencent à souffrir dès que le point de congélation du milieu extérieur tombe au-dessous de −1°. Alors que, jusque-là, elles ont vécu dans l'aquarium calmes et la plupart du temps collées contre les parois à l'aide de leur ventouse buccale; dès qu'on dépasse cette concentration, elles sont très agitées et font de violents efforts pour sortir du liquide. Si le séjour se prolonge, leur état devient nettement pathologique. Dans l'eau de mer, elles meurent en quelques heures. Notons que, comme pour l'anguille, le mucus joue un rôle protecteur au cours des variations de salinité. C'est ainsi que de deux lamproies, passées de l'eau douce dans l'eau de mer, l'une normale, l'autre essuyée, cette dernière présente des symptômes alarmants et meurt avant la normale.

([1]) Duval, *Recherches physico-chimiques sur les milieux intérieurs des animaux aquatiques* (*Ann. Inst. Océan.*, 2, 1925, p. 233).

Comme on le voit par les chiffres du tableau précédent, les variations de salinité du milieu extérieur entraînent des modifications notables dans la concentration moléculaire du milieu intérieur. Remarquons aussi la diminution du rapport $\frac{\text{pression osmotique due au Cl}}{\text{pression osmotique totale}}$ pour les poissons II, III et IV. Nous avons réalisé quelques expériences en augmentant la salinité par addition de NaCl pur à l'eau douce et nous avons également constaté la baisse de ce rapport tant que le point de congélation du milieu extérieur n'est pas amené sensiblement au-dessous de $-1°$.

Il faut sans doute admettre que l'augmentation de salinité, dans la limite ci-dessus indiquée, entraîne le passage de substances autres que le NaCl de certains tissus dans le sang. Nous nous proposons de rechercher ultérieurement la nature et l'origine de ces substances.

CYTOPHYSIOLOGIE. — *Sur une théorie physico-chimique de la sexualité.* Note [1] de M. **Ph. Joyet-Lavergne**, présentée par M. d'Arsonval.

Les théories hormonales et les théories chromosomiques sur la sexualité présentent l'insuffisance grave de négliger l'aspect métabolique du problème sexuel. La corrélation intime qui existe entre le métabolisme, expression des qualités physico-chimiques de l'organisme, et les manifestations de la sexualité est aujourd'hui nettement démontrée. Il est possible, en effet, grâce à l'action de facteurs physico-chimiques convenables, appliqués à des groupes favorables, soit de provoquer l'arrivée brusque de la sexualité, soit d'en retarder indéfiniment l'apparition. Il est également possible, par des modifications du métabolisme, dans les groupes les plus divers, de produire les différentes étapes de l'intersexualité ou de réaliser de véritables changements de sexe.

L'étude des Sporozoaires a montré que lorsque la sexualité apparaît dans un organisme elle en imprègne en quelque sorte tous les éléments. Le noyau n'est pas le seul organe capable de traduire la sexualité, elle se manifeste aussi sur les caractères du cytoplasme et nous avons montré que les qualités physico-chimiques exprimées par les lois de sexualisation cytoplasmique représentent des caractères primitifs et fondamentaux de la sexualité. Les caractères physico-chimiques de l'organisme nous paraissent donc être les qualités dominantes de la sexualité. Le caractère chromosomique sexuel,

(1) Séance du 13 octobre 1930.

au même titre d'ailleurs que les autres caractères morphologiques sexuels des éléments du cytoplasme (chondriome, appareil de Golgi, masses de réserves) (1), n'est que la manifestation, dans le plan cytologique, d'un certain état d'équilibre entre les constituants cellulaires. L'état d'équilibre ainsi réalisé est une conséquence directe des qualités physico-chimiques de ces constituants; c'est la connaissance de ces qualités qui nous apportera la solution du problème de la sexualité.

Les théories métaboliques sur la sexualité (théorie de Geddes et Thompson, reprise par Loisel; théorie de Smith, reprise par Doncaster; théorie de Riddle) reposent sur les aspects divers que peuvent présenter les rapports entre le métabolisme et le sexe. Ces rapports sont d'ailleurs la conséquence des qualités physico-chimiques sexuelles. Les théories métaboliques ne s'opposent pas les unes aux autres, au contraire, elles se complètent. Toutefois, une conception générale de la sexualité doit pouvoir reposer sur l'étude des phénomènes que l'on retrouve chez la plupart des êtres vivants, tant du règne végétal que du règne animal, et l'on a pu faire aux théories citées une double critique. D'une part, elles se trouvent basées sur un ensemble de faits un peu insuffisant et leur généralisation se trouverait prématurée; d'autre part, elles se montrent incapables d'expliquer un assez grand nombre de phénomènes sexuels.

La théorie physico-chimique, de la sexualité qui repose sur la notion de polarisation sexuelle et qui se trouve condensée dans l'énoncé des deux lois de sexualisation cytoplasmique (2) échappe, dans une large mesure, à ces diverses critiques. D'une part, les lois de sexualisation s'appliquent aux végétaux et aux animaux, elles englobent dans leurs énoncés les résultats les plus importants apportés par les diverses recherches sur la physico-chimie sexuelle, elles ont été établies indépendamment de ces résultats; la démonstration expérimentale qui en a été donnée s'en trouve également indépendante (3); elles constituent donc une base solide de généralisation. D'autre part, quand on confronte ces lois avec les divers aspects des problèmes de la sexualité : métabolisme, différences sexuelles, intersexualité, changements de sexe, on constate qu'elles se trouvent en accord avec les

---

(1) Ph. Joyet-Lavergne, *Arch. anat. mic.*, 22, 1926, p. 1.

(2) Ph. Joyet-Lavergne, *Rev. gén. Sc. p. et app.*, 38, 1927, p. 141, et *Protoplasma*, 3, 1928, p. 357.

(3) Ph. Joyet-Lavergne, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 409, et *Protoplasma*, 8, 1929, p. 443.

résultats apportés par ces divers sujets et qu'elles peuvent même, parfois, fournir des explications rationnelles à des résultats jusqu'alors inexpliqués (1).

La conception physico-chimique de la sexualité englobe les diverses théories métaboliques. La conception de Geddes et Thompson, celle de Riddle sont des aspects particuliers de la première loi de sexualisation; la conception de Smith est un aspect de la deuxième loi. La théorie physico-chimique semble donc bien être, dans l'état actuel de nos connaissances, la conception la plus générale et la plus précise sur l'aspect métabolique des problèmes sexuels et sur les caractères physico-chimiques de la sexualité, caractères dont nous avons plus haut souligné l'importance.

La séance est levée à 15h45m.

A. Lx.

---

(1) Ph. Joyet-Lavergne, *Protoplasma.*, 11, 1930, p. 321.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 OCTOBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

La mort continue à faucher impitoyablement dans nos rangs. La semaine qui vient de finir a été particulièrement néfaste. A trois jours d'intervalle, nous avons perdu notre vice-président, M. **Pierre Termier**, et notre président de 1914, M. **Paul Appell**.

Né à Lyon en 1859, sorti premier en 1880 de l'École Polytechnique et entré dans le Corps des Mines, **Pierre Termier** avait, pendant cinq ans, professé à l'École des Mines de Saint-Étienne; à partir de 1894, il était devenu professeur d'abord de minéralogie et pétrographie et, plus tard, de géologie à l'École supérieure de Paris.

En 1909, il avait été élu membre de l'Académie dans la section de Minéralogie en remplacement de Gaudry. En 1911, il avait succédé à Michel Lévy dans la direction de la Carte géologique. Il était Inspecteur général des mines.

Ses travaux, qu'il ne peut être question de détailler ici, se rapportent à la minéralogie, à la cristallographie, à la pétrographie, à la géologie régionale. Le seul point sur lequel je veuille m'arrêter est sa synthèse géologique des Alpes, que lui-même a définie en ces termes : « Constatation de la permanence tout le long de la chaîne d'un seul et même plan de structure et de certains traits de la stratigraphie. »

Dès 1875, Suess avait montré que la chaîne alpine forme un tout, que, dans son édification, les efforts tangentiels ont joué le rôle prépondérant, qu'elle résulte du refoulement d'un pays se plissant graduellement contre

un obstacle inébranlable. En 1884, Marcel Bertrand et d'autres géologues avaient établi l'existence, en France et en Suisse, de nappes de recouvrement constituant des sortes d'empilements souvent charriés à très grande distance. Mais la constitution de la partie orientale, longue de plus de 500^{km}, demeurait fort obscure : les géologues autrichiens ne voyaient là qu'une sorte de chaos indéchiffrable. Or, en 1903, Pierre Termier à la suite de minutieuses observations, émit l'idée que les Alpes orientales sont, elles aussi, formées de nappes empilées et charriées. Il lui fallut longtemps pour faire triompher sa manière de voir, qui n'est plus contestée, même en Autriche.

L'on sait maintenant que partout où se dressent les Alpes d'immenses vagues rocheuses pareilles à celles d'une mer agitée se sont déplacées, mais avec une lenteur déconcertante, déferlant par places, envoyant parfois au loin des paquets colossaux. Quand tout s'est calmé, l'érosion, poursuivie pendant des siècles et des siècles, a continué à modeler ces belles montagnes et les a finalement amenées à leur physionomie actuelle.

La géologie des pays montagneux est rendue fort difficile, d'abord par les dangers et la fatigue physique qu'elle impose aux observateurs, ensuite et surtout par les grandes variations de faciès que présente une même couche examinée en diverses localités. On voit le métamorphisme changer progressivement des sédiments quelconques en terrains cristallophylliens. Il existe, par exemple, dans les Alpes occidentales, et la démonstration de ce fait est due en grande partie à Pierre Termier, trois séries cristallophylliennes, l'une antéhouillère, l'autre permo-houillère, la troisième allant du Trias supérieur à l'Éocène. Il fallait un don spécial pour être capable de s'y reconnaître.

Les Carpathes, qui se rattachent aux Alpes, ont fourni à P. Termier une confirmation éclatante de ses idées. Des sondages exécutés, d'après ses indications, par une Compagnie française, ont fait découvrir, en 1903, le terrain houiller sous le Miocène beaucoup plus récent, celui-ci recouvert par le grès crétacé, qui, dans la série chronologique, est compris entre le Houiller et le Miocène : on touchait ainsi du doigt, pour ainsi dire, un phénomène de charriage.

Toujours infatigable, P. Termier a étendu ses recherches à l'Espagne, à la Corse, au Maroc, et partout il a trouvé la confirmation de ses vues. C'est au Maroc qu'il a été atteint par la maladie qui vient de l'emporter.

Lorsque Pierre Termier publia ses premiers travaux sur les Alpes, on l'accusa, en Autriche, d'être un poète plutôt qu'un géologue.

Poète, il l'était certainement, mais pas au point de laisser son imagination travestir les faits contrôlables. Après avoir, à force de patience, éclairci les énigmes de la carte, il savait d'un coup d'aile s'élever bien haut pour découvrir un vaste panorama dont, en phrases magnifiques, il célébrait la belle harmonie.

Il n'était pas de ceux dont on peut dire que la science dessèche le cœur. J'ajoute qu'il était un professeur remarquable, sachant faire revivre devant ses élèves les phases successives de l'histoire du globe et les passionner pour les problèmes géologiques.

Paul Appell, né à Strasbourg en 1855, avait commencé ses études dans cette ville, et, après 1870, les avait continuées à Nancy où il fut condisciple de Henri Poincaré. Entré en 1873 à l'École Normale, sa brillante carrière s'est presque entièrement déroulée à la Sorbonne où il fut successivement professeur, doyen et recteur. En 1892, c'est-à-dire à l'âge de 37 ans, il était élu membre de la section de Géométrie.

Dès ses débuts il se révéla comme un mathématicien hors de pair. Sa Thèse de doctorat, soutenue en 1876, avait pour sujet les propriétés des courbes gauches et le mouvement hélicoïdal des corps solides. C'était une œuvre géométrique de grande élégance. De la géométrie relève également son Mémoire sur le problème des déblais et remblais, proposé par l'Académie en 1884 comme sujet de concours pour le prix Bordin. Ce Mémoire obtint le prix après un rapport fort élogieux de Darboux. Dans le domaine de l'Analyse pure, on doit à Paul Appell des recherches profondes sur les fonctions hypergéométriques, sur les polynomes d'Hermite, sur les potentiels, sur les développements en série des fonctions holomorphes limitées par des arcs de cercle, sur les équations différentielles de diverses sortes, etc.

Je dois mentionner particulièrement le Mémoire sur les intégrales des fonctions à multiplicateur, présenté au concours international institué par le roi de Norvège, Oscar II, à l'occasion du 60e anniversaire de sa naissance. Ce Mémoire obtint, en 1889, une médaille d'or. Ce n'était pas à vrai dire la plus haute récompense, mais celle-ci fut remportée par un autre mathématicien devant lequel n'importe qui était battu d'avance : je veux dire Henri Poincaré. Ce double succès fut un triomphe pour la Science française.

J'arrive aux travaux de Paul Appell sur la mécanique rationnelle. Il a découvert, entre bien d'autres choses, une interprétation du temps imaginaire, grâce à laquelle un lien est établi entre les mouvements dus à un système donné de forces lorsqu'on renverse le sens de toutes ces forces sans

changer leurs valeurs absolues. Plus remarquable encore est la forme nouvelle donnée aux équations générales de la dynamique en partant du principe de moindre contrainte, dû à Gauss, et introduisant la notion d'énergie d'accélération. Au point de vue didactique, le grand Traité de Mécanique rationnelle de Paul Appell constitue une œuvre magistrale, qui restera comme un monument de la Science contemporaine.

En 1926, Paul Appell a publié dans les *Acta mathematica* de Stockholm une notice d'ensemble sur ses travaux scientifiques. On y voit qu'à cette époque le nombre de ses mémoires et notes mathématiques (non compris les ouvrages généraux) s'élevait à 257. C'est un beau chiffre en pareille matière. Mais j'ai été surtout frappé de lire au début de cette notice la phrase suivante qui me paraît pècher par excès de modestie : « J'ai toujours eu peu de goût pour le développement des théories générales, et j'ai plutôt recherché les questions précises et limitées pouvant ouvrir des voies nouvelles. »

Un jour vint, où l'homme de science dut céder momentanément la place à l'homme d'action. En 1911, le président de l'Académie des Sciences était, comme il arrive tous les cinq ans, président de l'Institut. C'est à ce titre que Paul Appell fut désigné par le gouvernement pour présider l'œuvre du Secours national. Il se dévoua à cette tâche avec une activité à laquelle tout le monde a rendu hommage et qui lui valut plus tard d'être promu grand-croix de la Légion d'honneur. Ayant conservé le souvenir des horreurs de la guerre qu'il avait vues de près, en 1870, dans sa chère Alsace, il prit à cœur la direction de cette création humanitaire, destinée à tâcher d'atténuer certaines conséquences de la nouvelle invasion. Ce fut un beau couronnement de cette existence de grand savant.

Les obsèques de Pierre Termier ont été célébrées ce matin à Grenoble. Celles de Paul Appell ont lieu en ce moment.

Au nom de l'Académie, j'adresse aux familles de nos regrettés confrères l'expression de nos bien sympathiques condoléances, et je lève la séance en signe de deuil.

M. **A. Lacroix** exprime les vifs regrets de l'Académie au sujet de la mort de M. Gley, auquel l'Institut vient de décerner le prix Osiris pour l'ensemble de sa belle œuvre physiologique.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur une conception possible des phénomènes nucléaires.* Note (¹) de M. **Maurice de Broglie.**

On admet généralement aujourd'hui que les noyaux des atomes sont constitués par un système complexe renfermant des noyaux d'hélium, d'hydrogène et des électrons diversement associés.

Dans le cas des noyaux lourds radioactifs, le système devient à certains moments instable et se transforme en expulsant des particules chargées; la loi de probabilité des transformations radioactives a souvent fait songer à une sorte de remous qui agiterait incessamment les constituants du noyau et les ferait passer par des états d'instabilité capables d'aller jusqu'à la désintégration; les atomes ordinaires pourraient être également le siège de pareils remous, mais sans que ces derniers puissent provoquer des états suffisamment instables pour disloquer le noyau. La désintégration aurait alors une cause interne.

D'autre part, les recherches des physiciens anglais, et en particulier d'Aston, ont montré que dans les noyaux d'atomes, la masse moyenne du proton était un peu inférieure à celle du proton libre, la différence liée au coefficient désigné sous le nom de packing fraction provenant d'une perte d'énergie interne au moment de la constitution du noyau. La stabilité nucléaire se trouve ainsi liée à ces coefficients de groupement.

Si l'on suit l'image évoquée au début de cette Note il faudrait admettre que chez les atomes radioactifs, et peut-être chez tous les atomes, la stabilité est constamment variable; le coefficient de packing fraction serait aussi probablement variable, la valeur fournie par les mesures d'Aston n'étant qu'une moyenne. Mais alors l'énergie interne absolue du noyau ne saurait rester constante.

On ne peut guère se représenter cela qu'en imaginant une émission et une absorption de photons par le noyau; l'existence de celui-ci impliquerait donc, dans les conditions envisagées, une sorte d'équilibre statistique de radiation et il faudrait toujours considérer les noyaux en présence de rayonnements extérieurs; la désintégration ne pourrait être un processus purement interne.

Cette idée est distincte de celle qui a été émise par M. Jean Perrin pour expliquer la radioactivité par une sorte d'effet photo-électrique d'une radia-

(¹) Séance du 20 octobre 1930.

tion étrangère, car alors on n'a pas à faire appel à l'idée d'un remous à l'intérieur du noyau; c'est, au contraire, pour éviter une notion de ce genre que l'action d'un rayonnement extérieur a été postulée.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Avortement de la gamétogenèse chez des hybrides d'Urodèles de deux ans.* Note [1] de MM. **E. Bataillon** et **Tchou Su.**

Parmi les 9 combinaisons hybrides d'Urodèles que nous avons obtenues en 1927 et 1928 avec les œufs de *Molge palmata*, *M. alpestris*, *M. marmorata*, les spermies des mêmes types et de *M. cristata*, celles qui ont donné le plus d'espoir au point de vue gamétogenèse sont celles où *M. cristata* est intervenu comme mâle.

Arrêtons-nous sur une trentaine d'hybrides *M. Marmorata* ♀ × *M. crist.* ♂ : ils sont d'une vigueur exceptionnelle et datent du printemps 1928. Au mois d'août de la deuxième année, nous prélevons sur un de ces individus de gros testicules, trois fois plus volumineux que ceux d'un *marbré pur* du même âge et sacrifié en même temps. Les deux matériels sont fixés simultanément à la liqueur picro-chromo-acétique; les coupes sont colorées à l'hématoxyline ferrique. Un examen rapide des préparations révèle immédiatement une différence profonde entre l'hybride et le témoin.

Chez ce dernier, la plus grande partie des coupes longitudinales est occupée par des cystes bourrés de belles spermies; alors que, chez l'hybride, les cavités correspondantes sont remplies de liquide avec des cellules dégénérées, celles-ci, particulièrement abondantes au contact de la zone de prolifération.

En effet, si nulle part on ne rencontre *un seul* spermatozoïde différencié, on reconnaît, en dehors des cystes dégénérés et à partir de l'extérieur, une localisation des processus de multiplication et de meiose qui rappelle le cas de la forme pure : spermatogonies primaires à la périphérie, formation des cystes par division, stades du bouquet, des spermatocytes I, des spermatocytes II, et même des spermatides.

Mais la maturation est profondément troublée et un examen attentif va nous faire comprendre l'avortement fatal des spermatides. Toutes les divisions goniales sont régulières et diploïdes : les deux stocks associés sont restés intacts jusque-là. Lorsque nous passons du leptotène au synapsis, le couplage est limité à deux, trois, quatre ou cinq paires de chromosomes. Et à la diakinèse, nous distinguons déjà sous la forme d'anneaux ou de brins enroulés ces quelques couples, qui, à la division méiotique, apparaîtront comme des formations losangiques très étirées sur le milieu du fuseau. Les chromosomes simples en V ne s'orientent pas en métaphase, et, *sans clivage*, se

---

[1] Séance du 20 octobre 1930.

répartissent d'une façon quelconque sur les deux pôles. Dans un cas à trois couples étirés, nous compterons 14 chromosomes simples à un pôle, 4 sur l'autre. Le nombre type 24 se retrouve ainsi sur les figures bien nettes. A l'anaphase, les couples se dissocient et nous arrivons à des spermatocytes II très dissymétriques. Mais l'étranglement ne se produit pas toujours; les couples peuvent rester en panne à l'équateur et se tasser en un bloc chromatique entre les noyaux polaires sur une *cellule non clivée*. Donc, les spermatocystes à cytes II renfermeront tous les stades de la deuxième cinèse aboutissant aux spermatides, mais *avec des éléments de taille variable*.

Que la première division ait avorté ou non, tous les chromosomes sont simples et se clivent. Ils ont la forme de V, et les couples de clivage vus par leurs extrémités repliées simulent des tétrades. Chez les cytes II issus d'une première division, les stocks sont couramment anormaux. Mais, même là où l'avortement de la division a conservé le stock diploïde, les chromosomes dédoublés ne se groupent pas en plaque; épars sur le fuseau ils ont une dissociation irrégulière et asynchrone, et une distribution polaire généralement inégale. Du reste les figures tripolaires sont nombreuses et très souvent la cytodiérèse fait encore défaut.

De là des spermatides de diverses tailles, avec des masses nucléaires simples si les deux clivages se sont faits, multiples et très inégales dans le cas contraire. Ces masses deviennent compactes, pycnotiques; puis leur centre se dilate, s'éclaircit et finalement toute réaction chromatique s'efface sur les territoires en dégénérescence.

Les troubles de la méiose nous expliquent l'absence complète de spermies dans le testicule hybride. Tout paraît normal chez le témoin.

Admettra-t-on chez le bâtard une sorte de préspermatogenèse? Ces troubles céderont-ils dans les saisons futures? Il est permis d'en douter bien qu'il soit difficile de parler d'une incompatibilité irréductible là où le nombre des couples est si variable.

Au mois d'avril suivant, au bout de deux ans, quelques femelles du même croisement ont pondu un certain nombre d'œufs de bonne apparence. Les mâles ne se distinguaient que par un liséré dorsal jaune à peine saillant, et un élargissement notable du limbe caudal. Mais on pouvait soupçonner une fertilité unilatérale, réciproque de celle vue par Federley chez certains hybrides mâles de *Pygæra*. Le contact d'un mâle de *Marbré* ou de *Crêté* n'ayant donné aucune fécondation, nous avons trié un certain nombre de ces œufs abandonnés dans les dernières 24 heures. Tous renfermaient uniquement à la périphérie un *monaster diploïde bloqué*, évidemment sorti de la vésicule germinative.

Parmi les chromosomes ondulés, un petit nombre se montrent enroulés 2 à 2, donnant 3 ou 4 couples qui rappellent le synapsis partiel observé chez le mâle. Nulle part on ne trouve trace d'émission polaire.

Sur une femelle sacrifiée, nous trouvons 3 œufs à l'extrémité d'un con-

duit : nous tentons l'imprégnation au sperme de *Marbré*. Un seul œuf semble réagir et montre en quelques heures un étranglement sus-équatorial : mais tout s'arrête là. La fixation au bout de 24 heures nous fournit des préparations qui pourraient faire croire à une activation par contact : l'œuf ne renferme qu'un gros noyau où tranchent encore, sur un réseau banal, deux ou trois amas filamenteux avec des brins couplés sur lesquels les chromomères sont alignés parallèlement. Si la mitose monocentrique s'est achevée, les mouvements ne sont pas allés plus loin.

En tout cas, le monaster *diploïde*, observé sur *tous* les œufs pondus depuis des temps variables, nous atteste l'abolition de la méiose ; et les signes de synapsis partiel qu'on y relève sont conformes à ce que nous savons de la spermatogenèse abortive.

Et alors se pose à nouveau la question du fameux *Triton Blasii* de de l'Isle, considéré précisément comme un hydride de *Marbré* et de *Crêté*.

Wolterstorf l'aurait obtenu (1904) par fécondation libre, en aquarium, d'une femelle de *M. cristala* (var. *Karelinii*) par un mâle de *M. marmorata*. C'est le croisement réciproque du nôtre. Mais nous ignorons l'essentiel. Ces hybrides sont-ils arrivés à maturité sexuelle et se sont-ils reproduits ? Les nôtres rappellent bien aussi le type *Marbré* par leur robe dorsale, le *Crêté* par leur robe ventrale : nous n'avons rien vu encore de comparable à la belle parure nuptiale figurée par de l'Isle ; et au moins chez les bâtards de 2 ans, les deux sexes sont visiblement frappés d'incapacité. Il est douteux, mais non impossible, que disparaissent aux saisons prochaines les troubles de la gamétogenèse. Du reste, notre combinaison est l'inverse de celle de Wolterstorff ; et nous savons que les hybrides réciproques ne se comportent pas toujours de façon identique. L'étude de ces élevages mérite d'être poursuivie.

PLIS CACHETÉS.

M. **I. I. Manoukhine** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 22 avril 1929 et enregistré sous le n° 10166.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée *Nouvelle conception concernant certains troubles fonctionnels du foie. Rôle de la Röntgenthérapie splénique.*

(Renvoi à l'examen de la section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture** prie l'Académie de vouloir bien désigner l'un de ses Membres qui remplacera, dans le *Conseil supérieur des recherches scientifiques agronomiques*, M. A.-Th. Schloesing décédé.

Le Directeur de l'**Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions** prie l'Académie de bien vouloir désigner trois membres de la *Commission supérieure des inventions*, en remplacement de MM. Boussinesq, Lindet et Rateau, décédés.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Bibliografia scientifico-tecnica italiana*, sotto gli auspici del Consiglio nazionale delle Ricerche 1928 (12 volumes).

2° Les cinq premiers volumes des *Annali della Sperimentazione agraria* publiées par les soins de la Fondazione per la sperimentazione e la ricerca agraria.

GÉOMÉTRIE. — *La Géométrie ondulatoire. Développements explicites.* Note (1) de M. **A. Buhl.**

Nous avons vu, dans une Note précédente (2), qu'une intégrale

$$\iint_S \theta(X, Y, Z)\, dS \tag{1}$$

pouvait se conserver sur toutes les surfaces appartenant à un même système d'ondes ou, plus exactement, sur toutes les cloisons S découpées dans ces surfaces par un cône projecteur (P) de sommet O. L'une de ces surfaces étant connue, avec un certain dS, la détermination de toutes les autres dépend d'une équation quadratique, en x, y, z, p, q, dont l'intégration, en

(1) Séance du 20 octobre 1930.

(2) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 545.

général, semble peu commode à expliciter. Voici cependant des aperçus élégants et complets.

Partons des spirales sinusoïdes

$$\rho^n = R^n \cos n(\theta - C) \tag{2}$$

pour lesquelles on trouve facilement

$$\rho^{n-1}\, ds = R^n\, d\theta = R^{n-1}\, ds_1$$

si ds_1 est l'arc élémentaire sur le cercle de centre O et de rayon R. On tire de là

$$\rho^{n-2}\, dA = R^{n-2}\, dA_1$$

si dA est l'aire de révolution engendrée par ds tournant autour de Ox. De même pour dA_1 à partir de ds_1. On a aussi

$$\rho^{n-2}\, dS = R^{n-2}\, dS_1 \tag{3}$$

si dS est un élément superficiel sur la surface de révolution engendrée par la courbe (2) tournant autour de Ox et si dS_1 est la projection conique (faite de O) de dS sur la sphère de centre O et de rayon R. Or l'axe Ox, de par la variation de C, est de direction quelconque dans le plan de la courbe (2); *la relation* (3) *a encore lieu sur les surfaces de Monge* (M) *engendrées par roulement du plan de* (2) *sur un cône quelconque de sommet* O. Le premier membre de (3) est comparable au $\theta\, dS$ de (1) et ce $\theta\, dS$ est ici particulièrement simple puisque R est constant. Le cône projecteur (P) découpe, sur toutes les surfaces (M), des cloisons M pour lesquelles

$$\int\!\!\int_M \rho^{n-2}\, dS = R^{n-2} S_1 \tag{4}$$

si S_1 est l'aire découpée par (P) sur la sphère de centre O et de rayon R.

Il y a, dans l'intérieur de ce cône (P), *propagation invariante de l'intégrale* (4).

Au point de vue analytique, l'équation (8) de la Note précitée est

$$\left(\frac{\rho}{f}\right)^{n-2} \frac{1}{f^3} \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} = \frac{R^n}{\rho^3}, \qquad \rho^2 = x^2 + y^2 + z^2. \tag{5}$$

Elle doit définir des surfaces $f = 1$ avec f homogène du premier ordre. On peut donc poser, par exemple,

$$f = x\lambda(u, v), \qquad u = \frac{x}{z}, \qquad v = \frac{y}{z},$$

d'où une équation en λ, à deux variables seulement, dont l'intégrale générale dépend d'une fonction arbitraire d'une variable. On ne trouve ainsi que des surfaces (M).

Pour $n=2$, il y a propagation, dans tout cône (P), d'aires équivalentes à celle découpée sur la sphère de centre O et de rayon R. On revient à la question des *angles sphériques*, si importante en Mécanique et en Physique, mais pour constater que la sphère ne joue dans leur évaluation que le rôle d'une surface *singulière* avoisinée par une infinité *régulière* de systèmes d'ondes non sphériques mais toutes propres cependant à définir et à mesurer l'angle.

Ces résultats m'ont été également communiqués par M. P. Vincensini.

Peut-être ont-ils déjà été considérés sous d'autres espèces; il est difficile de se prononcer à cet égard tant la bibliographie des spirales sinusoïdes est, à la fois, spéciale et étendue.

Au point de vue de la Mécanique ondulatoire, l'équation (5) s'écrit

$$\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial g}{\partial z}\right)^2=\frac{R^{2n}}{\rho^{2n+2}}, \qquad ng=f^{-n}.$$

Ceci est une équation de Jacobi correspondant à un certain mouvement ponctuel qui se trouve ainsi associé à la propagation par ondes étudiée d'abord.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les chaînes biconnexes continues de Markoff.* Note (¹) de M. **V. Romanovsky**, transmise par M. Émile Borel.

Soit X une variable continue aléatoire dont les valeurs sont continues dans un intervalle fini (a, b). Les épreuves 1 et 2 avec cette variable constituent un chaînon initial, n° 0; les épreuves 2 et 3 constituent le chaînon n° 1; et ainsi de suite. Ces chaînons forment une chaîne biconnexe continue de Markoff sous les conditions suivantes :

On se donne une loi différentielle de probabilité $p_0(x, y)$ des valeurs x, y de X dans le chaînon initial. Soit ensuite $\varphi(t, x, y)$ une loi différentielle de $X=y$ dans une épreuve quelconque quand on sait que dans les deux épreuves précédentes on a $X=t$ et $X=x$. Nous supposerons que p_0 et φ sont continues pour x, y, t contenus dans l'intervalle (a, b). On aura évi-

(¹) Séance du 13 octobre 1930.

demment $\int_a^b \varphi(t, x, y)\,dy = 1$. Désignons encore par $p_k(x, y)$ la loi différentielle de probabilité des valeurs x, y de X dans le chaînon n° k quand les résultats de toutes autres épreuves restent inconnus et par $p_k(x)$ une pareille loi pour la $k^{\text{ième}}$ épreuve.

Ces suppositions lient nos épreuves dans la chaîne biconnexe continue de Markoff. La fonction $\varphi(t, x, y)$ sera dite la loi de la chaîne considérée.

Les fonctions $p_k(x, y)$ et $p(x)$ satisfont aux relations évidentes

$$p_k(x, y) = \int_a^b p_{k-1}(t, x)(t, x, y)\,dt, \tag{1}$$

$$p_k(x) = \int_a^b \int_a^b p_{k-2}(s, t)(s, t, x)\,ds\,dt. \tag{2}$$

En outre on aura

$$\int_a^b \int_a^b p_k(x, y)\,dx\,dy = 1, \qquad \int_a^b p_k(x)\,dx = 1.$$

En posant $p_k(x, y) = \lambda^{-k} u(x, y)$ on transforme (1) en l'équation

$$u(x, y) = \lambda \int_a^b u(t, x)\varphi(t, x, y)\,dt \tag{3}$$

qui rentre dans la classe des équations qui étaient considérées dans notre Note précédente.

Moyennant un théorème de M. R. Jentzsch (*J. de Crelle*, 141, 1912) on peut démontrer que le déterminant $D(\lambda)$ de cette équation a dans nos conditions la racine simple $\lambda_0 = 1$ et que toutes ses autres racines λ_i ont les modules plus grands que 1.

Supposons d'abord que ces autres racines λ_i sont toutes simples. Soient ensuite

$$\varphi_0(s, t, x, y) = \varphi(s, t, x)\varphi(t, x, y),$$

$$\varphi_k(s, t, x, y) = \int_a^b \varphi(s, t, \theta)\varphi_{k-1}(t, \theta, x, y)\,d\theta = \int_a^b \varphi_{k-1}(s, t, \theta, x)\varphi(\theta, x, y)\,d\theta$$

$$(k = 1, 2, 3, \ldots).$$

On peut alors montrer que

$$\varphi_k(s, t, x, y) = p(x, y) + \sum_i \lambda_i^{-k-2} u_i(x, y) v_i(s, t), \tag{4}$$

où $p(x, y)$ est une fonction positive continue déterminée satisfaisant à

l'équation (3) pour $\lambda = 1$ et u_i et v_i, sont les solutions continues et bien déterminées des équations associées

$$u(x, y) = \lambda_i \int_a^b u(t, x)\varphi(t, x, y)\,dt, \qquad v(x, y) = \lambda_i \int_a^b \varphi(x, y, t)v(y, t)\,dt.$$

Le développement (4) aura place toujours si la série à droite est finie. Si elle est infinie il aura place si la série est uniformément convergente pour la valeur considérée de k (elle le sera alors aussi pour toutes valeurs plus grandes).

Maintenant on déduit de (1) que

$$p_{k+2}(x, y) = \int_a^b \int_a^b p_0(s, t)\,\varphi_k(s, t, x, y)\,ds\,dt$$

et de (4) que $\varphi_k(s, t, x, y) \to p(x, y)$ pour $k \to \infty$ uniformément par rapport aux x, y, s, t contenus dans (a, b). Donc on obtient ce résultat important :

Dans les conditions considérées, la loi $p_k(x, y)$ tend uniformément pour $k \to \infty$ à la loi finale $p(x, y)$ bien déterminée et indépendante de la loi initiale $p_0(x, y)$. La dernière remarque découle de ce que l'on a

$$p(x, y) = \int_a^b p(t, x)\,\varphi(t, x, y)\,dt.$$

La relation (2) nous montre ensuite que dans le même temps la loi $p_k(x)$ tend uniformément à la loi finale

$$\int_a^b \int_a^b p(s, t)\,\varphi(s, t, x)\,ds\,dt.$$

Dans le cas où λ_i sont multiples, on peut encore démontrer que ces conclusions sont vraies si une série semblable à celle de la relation (4) est uniformément convergente pour une valeur quelconque de k.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème de Dirichlet généralisé.* Note (¹) de M. **Marcel Brelot**.

1. On connaît, depuis que l'a montré pour la première fois M. Bouligand (²), le rôle si important de la notion *d'ensemble de capacité nulle* dans

(¹) Séance du 13 octobre 1930.

(²) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 245.

la théorie des fonctions harmoniques et le problème de Dirichlet généralisé au sens de M. Wiener. Je vais indiquer ici, dans un domaine un peu différent, une nouvelle application de cette notion.

Considérons dans l'espace à trois dimensions par exemple un domaine Ω borné qui se prête au problème de Dirichlet classique et un ensemble fermé E complètement intérieur à Ω et de *capacité nulle*. Considérons d'autre part l'équation

$$\Delta u = c(\mathrm{M})u \qquad (c \geqq 0), \tag{1}$$

où c est définie et continue sur $\Omega - \mathrm{E}$, bornée, pour simplifier, au voisinage de la frontière Σ de Ω, mais *absolument quelconque* au voisinage de E. En supposant $c(\mathrm{M})$ pourvue d'un gradient continu, ou mieux, en adoptant pour le Laplacien une définition généralisée (¹) et prenant c seulement continue, le problème de Dirichlet généralisé relatif à (1) et des intégrales *bornées*, des valeurs en succession continue sur Σ effectivement prises par la solution continue au voisinage, mais aucune valeur n'étant donnée sur E, aucune autre restriction que d'être bornée n'étant faite sur la solution au voisinage de E, *admet une solution unique*.

D'après la généralisation que j'ai faite à (1) du problème de Dirichlet au sens de M. Wiener (²), je puis même étendre l'énoncé précédent. Je supposerai Ω borné quelconque, $c(\mathrm{M})$ continue sur $\Omega - \mathrm{E}$ et j'imposerai à la solution d'être intégrale de (1) sur $\Omega - \Sigma$, bornée, et seulement *attachée* aux valeurs données en succession continue sur Σ; j'entends par là que, F étant un ensemble fermé quelconque complètement intérieur à Ω et dans lequel E soit complètement intérieur, enfin d'extérieur connexe, la solution u doit être celle du problème de Dirichlet généralisé pour $(\Omega - \mathrm{F})$ avec les valeurs données sur Σ et sur la frontière de F, les valeurs *qu'y prend u*.

La propriété *d'existence* est immédiate en se donnant des valeurs sur E et utilisant le problème de Dirichlet généralisé.

Ce n'est que l'extension d'une étude que j'ai déjà faite pour le cas où E se réduirait à *un point* (³). La démonstration de la propriété *d'unicité* ne s'étend pas parce que l'on ignore s'il existe une fonction harmonique au voisinage d'un ensemble E de capacité nulle et égale à $+\infty$ en chacun des

---

(¹) Voir ma Note du *R. Ist. Lombardo di Scienze e Lettere*, **63**, XI-XV, 3 juillet 1930.

(²) *R. Ist. Lombardo* (*loc. cit.*).

(³) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 286. Note dont les résultats relatifs au problème de Dirichlet intérieur s'étendent à n dimensions.

points de cet ensemble; mais il suffira d'utiliser la propriété caractéristique de E que la solution du problème de Dirichlet ordinaire pour l'extérieur d'une surface σ entourant E tend vers zéro quand σ se réduit à E.

2. On étend aisément les propriétés que j'ai données dans le cas où E se réduit à un point. Ainsi pour toute intégrale de (1) bornée au voisinage de E, il y a en chaque point de E une *valeur moyenne*, limite de la valeur moyenne sur la surface ou dans le volume d'une sphère de centre en ce point et de rayon tendant vers zéro; si l'intégrale est $\geqq 0$, cette valeur est aussi la plus grande limite; et dans tous les cas il y a *quasi-continuité* en chaque point de E au sens déjà expliqué. On utilisera pour tout cela la propriété que toute intégrale bornée dans le voisinage de E est la différence de deux intégrales $\geqq 0$.

Enfin avec un Ω qui se prête au problème de Dirichlet classique et un c borné au voisinage de Σ, le problème étudié équivaut à la résolution de

$$u(M) + \frac{1}{4\pi}\int_{\Omega - E} G(M, P)\, c(P)\, u(P)\, d\sigma_P = H(M);$$

$u(M)$ inconnue, continue et bornée sur $\Omega - E$;

$H(M)$ solution harmonique du problème de Dirichlet pour Ω et les valeurs données sur Σ; et $G(M, P)$ fonction de Green de Ω.

Si $u_m(M_0)$ est la valeur moyenne en M_0 de E, on aura de plus

$$u_m(M_0) + \frac{1}{4\pi}\int_{\Omega - E} G(M_0, P)\, c(P)\, u(P)\, d\sigma_P = H(M_0).$$

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement des grands météores.* Note de M. **V. G. Siadbey**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Les conditions de mouvement des météores sont encore assez peu connues, étant donnée l'impossibilité des observations précises. Parmi les différentes classes, les grands météores (bolides) peuvent être étudiés fréquemment dans des conditions plus avantageuses. Ils sont généralement visibles pendant des intervalles de temps plus grands que les autres, puis, leurs éléments sont calculés à l'aide d'observations provenant de personnes dispersées souvent sur des territoires assez étendus et ces observations ne sont employées que lorsque les résultats qu'on en tire sont suffisamment concordants. Dans ces conditions, semble-t-il, l'étude des éléments de mouvement des grands météores ne peut manquer d'intérêt.

Hoffmeister a publié récemment un catalogue d'éléments pour 611 grands météores (*Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien, Math. Naturwiss, Klasse*, 100, 1925), éléments collectionnés par von Niessl et Hoffmeister, un grand nombre des cas inclus étant calculés par eux.

Tous les matériaux de ce catalogue ont été employés pour les résultats qui suivent; ils contiennent environ 79 pour 100 de grands météores, 20 pour 100 de météores détonants et 1 pour 100 de grands météores dont les chutes ont été accompagnées par des météorites. Lorsque, pour un même cas, le catalogue donne deux suites d'éléments, je les ai, pour la facilité des calculs, considérées comme se rapportant à des cas différents.

En utilisant ces matériaux, on trouve ainsi pour les grands météores en général :

Hauteur moyenne d'apparition..............	$131^{km},9$ (545 cas)
» d'extinction..............	$53^{km},5$ (553 cas)

Les nombres entre parenthèses indiquent ici, aussi bien que dans les tableaux qui suivent, le nombre des météores employés dans les moyennes. Pour les hauteurs d'apparition ou d'extinction pour lesquelles on ne trouve que des limites respectivement inférieures ou supérieures dans le catalogue, j'ai pris ces limites même dans les moyennes. Comme hauteurs moyennes d'extinction des diverses classes, on trouve :

Grands météores (les classes ci-dessous étant exclues)...	59^{km} (445 cas)
» détonants (id.)......................	32^{km} (100 cas)
» à météorites (id.)..................	23^{km} (8 cas)

Les vitesses géocentriques moyennes de ces classes sont :

Grands météores.........................	42,5 km/sec (400 cas)
» détonants...............	38,8 km/sec (87 cas)
» à météorites............	25,7 km/sec (5 cas)

On voit donc, que ces classes présentent, en même temps qu'une variation de la hauteur moyenne d'extinction, une autre de même sens dans leurs vitesses géocentriques moyennes.

V. Niessl [1] avait montré l'existence d'une relation entre la vitesse géocentrique et la hauteur d'extinction pour les météores en général, utilisant des matériaux moins nombreux; cette relation est vérifiée complètement par les cas inclus dans le catalogue. Mais, une autre relation que V. Niessl

(1) *Encyklopaedie der Mat. Wissenschaften*, 6_2, 1907, p. 455.

avait établie (1) entre l'élongation des radiants à l'apex du mouvement de la Terre et les hauteurs d'extinction, ne subsiste plus, lorsqu'on emploie les matériaux du catalogue, que jusqu'à environ 130° d'élongation, les hauteurs d'extinction vers l'antiapex étant de beaucoup trop grandes. On peut s'en rendre compte par les nombres qui suivent :

$\varepsilon^{(0)}$	35,9	79,7	100,0	119,6	154,3
H(km)	77,3	53,7	51,4	41,7	48,3
N	101	133	139	90	90

Dans ce tableau, ε est l'élongation des radiants à l'apex, exprimée en degrés, H est la hauteur d'extinction en kilomètres et N le nombre de météores à l'aide duquel ont été calculées les moyennes correspondantes de ε et H.

On trouve encore pour la longueur moyenne des trajectoires :

Grands météores	231^{km}	(537 cas)
» détonants	250^{km}	(106 cas)

et, pour la vitesse *héliocentrique* moyenne, déduite de 483 cas, 52,8 km-sec (vitesse hyperbolique).

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *Explication de quelques anomalies présentées par les mouvements propres des étoiles.* Note de M. **Henri Mineur**, présentée par M. Ernest Esclangon.

1. On a remarqué depuis quelques années que les mouvements propres des étoiles donnent toujours pour la longitude du centre de rotation de la galaxie des valeurs voisines de 350°, donc systématiquement plus élevées que la valeur 330° à laquelle on doit s'attendre (ou 240°, car cette longitude n'est définie qu'à un multiple entier près de 90°). De même les mouvements propres donnent, pour le coefficient A de Oort, des valeurs toujours plus élevées que celles qu'on déduit des vitesses radiales.

2. L'explication de ces anomalies réside dans l'existence du second courant asymétrique établie récemment par l'étude des vitesses radiales (2).

La vitesse de translation $\vec{V}$ des étoiles situées à une cote z au-dessus du

(1) *Encyklopaedie der Math. Wissenschaften*, 6_2, 1907, p. 455 et 456.

(2) *Bull. Obs. Lyon*, **12**, n° 10, 1930, p. 287; *Monthly Notices*, **90** (Supplem. number 1930), p. 789.

plan galactique dépend de z :

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{V}_3,$$

$\vec{V}_0$ étant un vecteur constant, et $\vec{V}_3$ un vecteur dirigé vers le point de coordonnées galactiques, $l_3 = 140^\circ$, $b_3 = 0$, dont la grandeur est proportionnelle à z,

$$V_3 = 0,053\,z \qquad (z \text{ en parsecs, } V_3 \text{ en km/sec}).$$

3. Nous avons calculé le mouvement propre moyen des étoiles de coordonnées α, δ en supposant ce mouvement dû à la rotation différentielle de Oort et au second courant asymétrique. Nous désignons par l_0 la longitude du centre de rotation, par A et B les coefficients de Oort, par l_3 la longitude du vecteur V_3, par Cz sa grandeur, par X, Y, Z les projections de la vitesse du Soleil, et enfin par Δm et Δn les corrections aux constantes de la précession. On trouve ainsi :

$$\mu_\alpha \cos\delta = A_1 \cos 2\alpha + B_1 \sin 2\alpha + C_1 \sin\alpha + D_1 \cos\alpha + E_1,$$
$$\mu_\delta = A_2 \cos 2\alpha + B_2 \sin 2\alpha + C_2 \sin\alpha + D_2 \cos\alpha + E_2,$$

avec

$$A_1 = (+0,208\,P \sin 2l_0 - 0,441\,P \cos 2l_0 + 0,415\,R \cos l_3 - 0,071\,R \sin l_3) \cos\delta,$$
$$B_1 = (-0,573\,P \sin 2l_0 - 0,161\,P \cos 2l_0 + 0,155\,R \cos l_3 + 0,195\,R \sin l_3) \cos\delta,$$
$$C_1 = (-0,408\,P \sin 2l_0 - 0,153\,P \cos 2l_0 + 0,153\,Q + \Delta n$$
$$- 0,081\,R \cos l_3 + - 0,217\,R \sin l_3) \sin\delta - hX,$$
$$D_1 = (+0,072\,P \sin 2l_0 - 0,870\,P \cos 2l_0 + 0,870\,Q + \Delta n$$
$$- 0,462\,R \cos l_3 + 0,038\,R \sin l_3) \sin\delta + hY,$$
$$E_1 = (+0,469\,Q + \Delta m + 0,441\,R \cos l_3) \cos\delta,$$
$$A_2 = (-0,287\,P \sin 2l_0 - 0,080\,P \cos 2l_0 + 0,075\,R \cos l_3 + 0,097\,R \sin l_3) \sin 2\delta,$$
$$B_2 = (-0,104\,P \sin 2l_0 - 0,221\,P \cos 2l_0 - 0,207\,R \cos l_3 + 0,035\,R \sin l_3) \sin 2\delta,$$
$$C_2 = (+0,072\,P \sin 2l_0 - 0,870\,P \cos 2l_0 - 0,231\,R \cos l_3 - 0,048\,R \sin l_3) \cos 2\delta$$
$$- 0,870\,Q + 0,231\,R \cos l_3 - 0,087\,R \sin l_3 - hY \sin\delta,$$
$$D_2 = (+0,408\,P \sin 2l_0 + 0,153\,P \cos 2l_0 + 0,041\,R \cos l_3 - 0,275\,R \sin l_3) \cos 2\delta$$
$$+ 0,153\,Q - 0,041\,R \cos l_3 - 0,492\,R \sin l_3 + \Delta n - hX \sin\delta,$$
$$E_2 = (+0,585\,P \sin 2l_0 + 0,207\,R \sin l_3) \sin 2\delta + hZ \cos\delta.$$

On a posé

$$P = \frac{A}{4,74}, \qquad Q = \frac{B}{4,74}, \qquad R = \frac{C}{4,74}, \qquad h = \frac{1}{4,74 . r}.$$

4. Jusqu'à présent on déterminait l_0 au moyen des expressions précédentes de A_1, B_1, A_2, B_2, où l'on poserait $R = 0$; on trouvait ainsi $l_0 = 350^\circ$ et une valeur trop élevée pour A ; il est facile de voir que si l'on adopte

pour l_3 et R les valeurs du n° 2 la valeur de l_0 est réduite à 330° et celle de A à 0,020. Les anomalies signalées au début sont ainsi expliquées.

5. Au moyen des mouvements propres du Preliminary General Catalogue de Boss, non corrigés, nous avons calculé numériquement les coefficients des développements de A_1, B_1, ..., nous en avons déduit les valeurs suivantes de l_0, l_3, ... :

Nombre d'étoiles.	l_0.	l_3.	A.	B.	C.	Apex. Æ.	Apex. Décl.	Corrections aux constantes de précession. Δm.	Corrections aux constantes de précession. Δn.
6000	321°	210°	0,02	—200	0,05	274°	+33°	+35	+30

A et C sont exprimées en km-sec⁻¹.par sec⁻¹, B, Δm et Δn en 0″0001 par an. L'étude des erreurs montre que l_3 et C sont très mal déterminés et sont fortement influencés par les erreurs du catalogue de Boss; mais on constate que pour l_0 l'accord avec les vitesses radiales est satisfaisant.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La polarisation de Mercure comparée à celle de la Lune; résultats obtenus au Pic-du-Midi en* 1930. Note de M. **Lyot**, présentée par M. Esclangon.

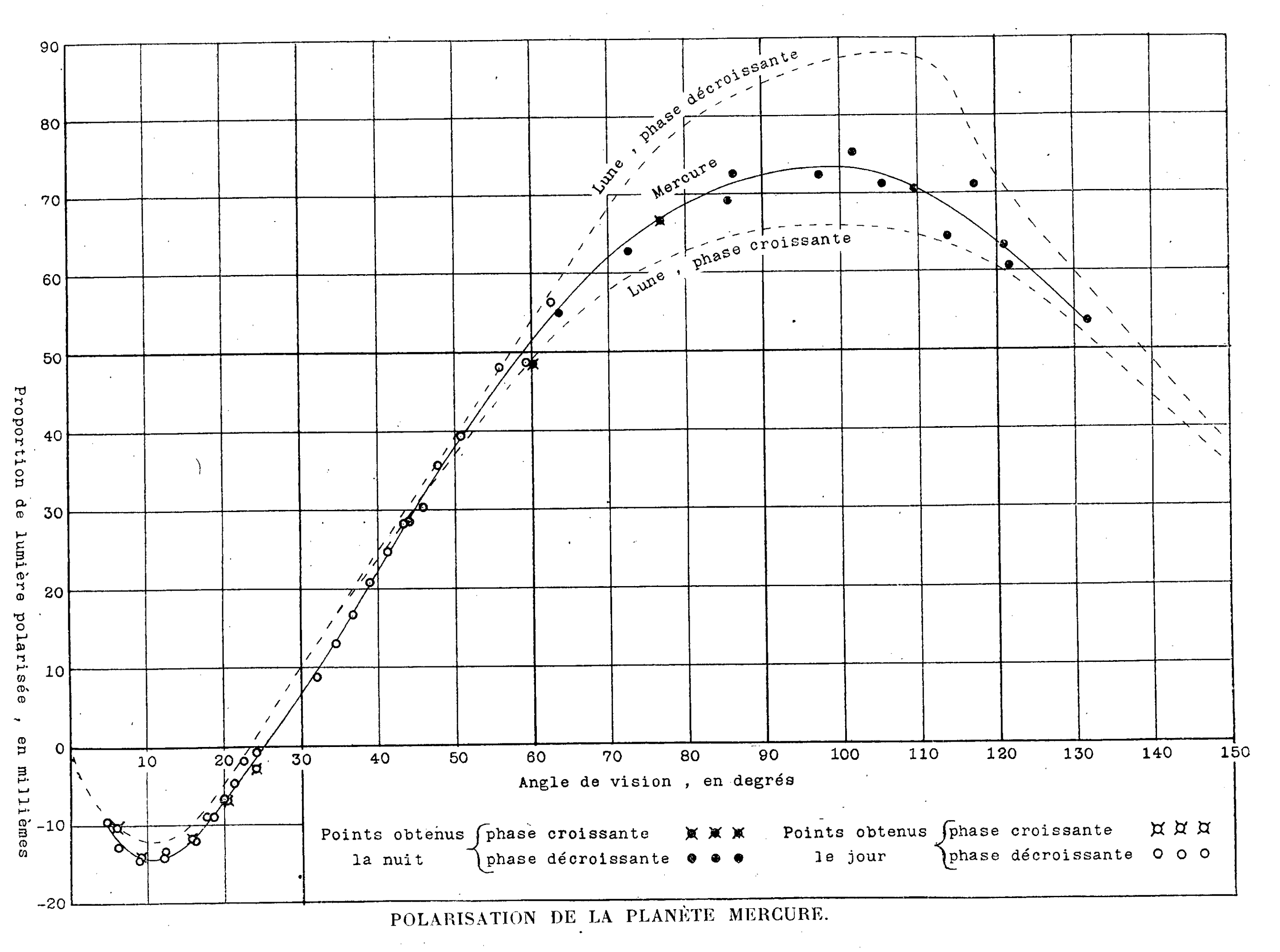
Les observations faites la nuit, à Meudon, ont montré que la polarisation de Mercure prend successivement, au voisinage de la plus grande élongation, des valeurs très voisines de celles que j'ai trouvées sur la Lune [1]; le plan de polarisation étant, comme celui de notre satellite, parallèle au plan passant par le Soleil. Quelques mesures faites à l'Observatoire du Pic-du-Midi, en août 1929, ont établi, de plus, que le plan de polarisation de Mercure s'inverse comme celui de la Lune pour être, vers la conjonction inférieure, perpendiculaire au plan passant par le Soleil [2].

Des mesures plus nombreuses étaient nécessaires pour permettre de tracer la courbe complète de Mercure et la comparer à celle de notre satellite; elles exigeaient un ciel à peu près complètement dépourvu de particules.

J'ai pu, de nouveau, mettre à profit la pureté du ciel au Pic-du-Midi pour faire, dans d'excellentes conditions, 26 observations de Mercure comprenant chacune 10 mesures en moyenne, réparties entre le 9 juillet et le 10 août 1930. Pendant cette période, l'angle de phase a varié entre 4°49′ et 62°29′.

---

[1] *Annales de l'Observatoire de Meudon*, 8, 1929, fasc. 1, p. 48.
[2] *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 425.



POLARISATION DE LA PLANÈTE MERCURE.

L'objectif de 25cm d'ouverture de l'équatorial était diaphragmé à 11cm pour annuler l'influence de la trempe des bords et précédé d'un dispositif permettant de compenser la polarisation atmosphérique (ce dispositif a été décrit dans les *Annales de l'Observatoire de Meudon*, 8, 1, p. 28). L'objectif était, en outre, toujours à l'ombre d'un petit écran circulaire soutenu par des bambous à une distance variable qui fut portée à 6m au moment de la conjonction supérieure. Cet écran, supprimant la diffusion par les verres, fit alors apparaître Mercure très lumineux sur un ciel bleu foncé, à 1°29′ du centre du Soleil.

L'ensemble des résultats acquis est résumé par le graphique ci-contre. Les points qui y figurent ont, pour abscisse, l'angle de vision ou angle de phase et, pour ordonnée, la moyenne des proportions de lumière polarisée trouvées au cours de chaque observation. Les points noirs donnent les chiffres obtenus la nuit, avec la grande lunette de Meudon; les points blancs représentent les valeurs trouvées le jour, au Pic-du-Midi, qui sont au nombre de 4 en 1929 et de 26 en 1930. Une étude de la trempe de l'objectif, faite en 1930, a montré que les chiffres de 1929, obtenus avec 18cm d'ouverture, doivent être corrigés en les multipliant par le facteur 1,15.

Tous ces points s'accordent d'une manière très satisfaisante. Vers la plus grande élongation, la courbe en traits pleins, qui les représente, est comprise entre les deux branches de la courbe lunaire relatives aux phases croissante et décroissante.

Vers la conjonction inférieure, la courbe de Mercure est sensiblement parallèle à celle de la Lune, avec des ordonnées plus faibles en valeur algébrique, de deux à trois millièmes. La branche négative limite une aire plus grande que celle qui a été trouvée sur les autres planètes et sur toutes les substances étudiées (1). Seules, jusqu'à présent, les cendres volcaniques ont présenté une polarisation négative maximum aussi forte avec un angle d'inversion presque aussi élevé. Le sol de Mercure serait donc, comme celui de la Lune, recouvert de poudres analogues à ces cendres.

Les points de la figure relatifs aux phases croissantes de Mercure se distinguent des autres par quatre petits traits; ils ne s'en écartent pas systématiquement, contrairement à ce qui a lieu sur la Lune. Ces deux sortes de points correspondent, cependant, à des parties différentes de la planète comme nous l'ont appris les observations de Schiaparelli et celles d'Antoniadi. La surface de Mercure semble donc plus homogène que celle de la Lune.

---

(1) *Annales de l'Observatoire de Meudon*, 8, 1929, fasc. 1, Chap. VI, p. 94.

NAVIGATION. — *Sur les méthodes de navigation employées par MM. Costes et Bellonte.* Note de M. **Louis Kahn**, transmise par M. Paul Painlevé.

I. Nous avons montré ([1]) comment l'emploi d'une carte conforme, utilisable comme carte orthodromique, simplifiait les opérations fondamentales de la navigation. Le report de l'estime, les relèvements radiogoniométriques, la détermination astronomique du point, se réduisent aux constructions élémentaires de la géométrie plane. Ces simplifications sont particulièrement importantes en navigation aérienne. Une application exceptionnellement brillante vient d'être faite par MM. Costes et Bellonte dans le premier vol de Paris à New-York sans escale (1er et 2 septembre 1930).

L'équipage était muni de trois de ces cartes. L'une était construite sur le grand cercle Cap Finisterre d'Espagne - Cap Hatteras, et reproduisait celle qui lui avait déjà servi dans sa première tentative transatlantique du 13 juillet 1929. Elle valait non seulement pour les indications relatives à la route, calculs des caps, report des distances, relèvements, mais aussi pour les observations d'astres faites dans les secteurs avant et arrière. La deuxième carte était constituée par une projection relative à la route des Indes et permettait l'utilisation des hauteurs solaires faibles et des astres de faible déclinaison, vers leur lever ou leur coucher. La troisième, qui valait particulièrement pour les observations méridiennes et le Soleil entre 9^h et 15^h locales, était la route d'Europe vers l'Amérique du Sud.

Pour la détermination astronomique du point, seul le canevas est utile, et l'on peut à tout instant décaler les longitudes sans altérer la projection. Dans ces conditions, ces groupes de trois cartes convenaient pour tous les cas d'observation.

Les heures étaient données soit par une montre réglée en heure sidérale, soit par une montre réglée en heure de Greenwich. Les hauteurs étaient observées au quadrant Favé.

La précision des observations avait été étudiée au cours de nombreux vols. Les hauteurs peuvent être regardées comme connues à moins de 5 minutes, d'une part, grâce aux précautions prises par M. Costes pendant les observations pour éviter toute accélération de l'avion, d'autre part, grâce à l'application de la méthode des moyennes. Après avoir pris une

---

([1]) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 496; **187**, 1928, p. 284.

série de hauteurs, on les reporte sur un graphique, le temps en abscisse, les hauteurs en ordonnées. Parmi tous les points représentatifs, on s'efforce de faire passer une droite les séparant en deux groupements égaux. La pente de cette droite est connue d'avance et se lit sans calcul sur la carte elle-même : c'est la variation de hauteur par unité de temps.

La construction de la droite de hauteur était faite sans aucun calcul, selon la méthode que nous avons indiquée ([1]), et en quelques secondes grâce à la dextérité qu'avait acquise M. Bellonte.

II. Les résultats ont été communiqués par une lettre de M. Bellonte à l'auteur d'où résultent les précisions suivantes sur les opérations de navigation qui lui incombaient :

« Nous avons suivi notre route avec beaucoup plus de précision qu'on ne l'a relaté. Nous nous sommes constamment tenus sur la route des navires avec une dizaine desquels nous avons successivement été en contact. Je me suis borné en général à leur passer notre position car nous étions quelquefois un peu loin pour les relèvements-radio et de notre côté le point fut toujours remarquablement facile à déterminer, en ce sens que nous avons pu faire toutes les observations d'astres que nous avons voulu en passant dans les trous ou au-dessus, 17 observations d'astres dont 15 utilisées » : progrès considérable sur les raids antérieurs du même équipage soit pour Tsitsikar, soit au cours du voyage aux Açores pendant lequel trois hauteurs seulement avaient été faites. A l'aide de cette suite continue d'observations l'équipage suivit à quelques milles près la route météorologique. On sait que grâce à une préparation scientifiquement poursuivie par M. le général Delcambre et ses collaborateurs MM. Bureau et Werhrle, elle fut déterminée par M. Viaut et que l'exactitude des prévisions fut vérifiée sur tout le parcours.

On jugera de la précision de la navigation, par les chiffres suivants : malgré les changements fréquents de caps et la rencontre de vents fort différents, et bien qu'une grande partie du voyage ait été exécutée dans les nuages, la terre fut abordée à Louisbourg près du cap Canso, avec une erreur de moins de 10 milles en position et de moins de 5 minutes de temps. La dernière droite de hauteur fut faite au-dessus de la baie de Fundy après une période de vol au ras du sol sous les nuages bas qui, en raison des détours le long de la côte, rendait l'estime peu sûre. Elle permit de lever toute incertitude jusqu'au moment où l'avion arriva dans une zone de bonne visibilité.

([1]) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 284.

III. L'entreprise de MM. Costes et Bellonte apporte donc au point de vue de la navigation des enseignements particulièrement importants. Elle confirme les méthodes que nous avons indiquées et montre qu'elles permettent à un avion de suivre son itinéraire avec une précision extrême, dans une indépendance absolue de toutes observations extérieures, et sans rien identifier du sol.

Sur les routes très fréquentées par les navires les observations astronomiques pourront dès à présent être complétées par l'usage des relèvements radiogoniométriques échangés entre avion et navire. Nous avons montré [1] comment la connaissance même approximative de la vitesse de l'avion et du navire doit permettre de les utiliser pour connaître non pas seulement un gisement, mais une position au prix d'une construction élémentaire. Il est à souhaiter que ces méthodes, qui exigent une coordination de la navigation aérienne et de la navigation maritime, se répandent pour le plus grand progrès de la sécurité aérienne dans les voyages au long cours. Le raid de MM. Costes et Bellonte qui marque d'une si grande date le développement de la navigation aérienne est une très haute consécration de cette collaboration. Nul doute qu'il ne soit le point de départ de nouveaux progrès dans ce sens.

ÉLECTRONIQUE. — *Application de la diffraction des électrons à l'étude des substances organiques. Structure de la cellulose.* Note [2] de M. **A. Dauvillier**, présentée par M. M. de Broglie.

Au cours d'expériences effectuées l'an dernier nous avions pu rendre visible sur un écran fluorescent la diffraction des électrons par des poudres minérales microcristallines, en opérant par transmission et photographier des diagrammes avec des temps de pose de l'ordre de la seconde.

Lorsqu'on cherche à appliquer cette méthode d'analyse aux substances organiques on se heurte à une grave difficulté. La préparation, étant isolante, se charge négativement et disperse électrostatiquement le faisceau en empêchant tout phénomène de diffraction. Si l'on dispose la préparation dans une atmosphère d'ions positifs ou si on la rend conductrice, par exemple, en la recouvrant d'une mince couche de magnésium par distilla-

---

(1) *Itinéraires transcontinentaux*, chez Blondel La Rougery, à Paris. Feuille n° 5.

(2) Séance du 20 octobre 1930.

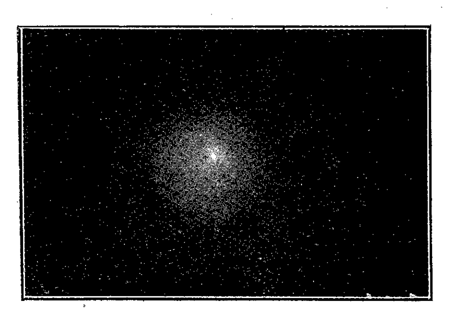
tion dans le vide, on évite la charge superficielle mais la substance demeure impénétrable.

L'analyse du phénomène nous a cependant montré qu'il était possible d'obtenir de beaux diagrammes de diffraction avec les substances organiques à condition d'utiliser des préparations extrêmement minces, *n'absorbant* pas sensiblement les électrons, de manière à éviter toute charge électrique appréciable. Nous avons appliqué cette méthode à l'étude de la structure de la cellulose.

Les expériences ont porté sur la nitrocellulose, l'acétate et le celluloïd dissous respectivement dans l'alcool-éther, l'acétone et l'acétate d'amyle.

Des films très minces, d'une épaisseur de l'ordre de cent unités Angström, sont préparés par évaporation sur l'eau et sur le mercure. De petites surfaces (1^{mm^2}) sont explorées par un faisceau cathodique perpendiculaire en observant la figure de diffraction sur un écran fluorescent.

Nous avons ainsi observé que toutes ces préparations donnaient le même diagramme constitué par trois halos (*fig.* 1) diffus (par rapport aux anneaux



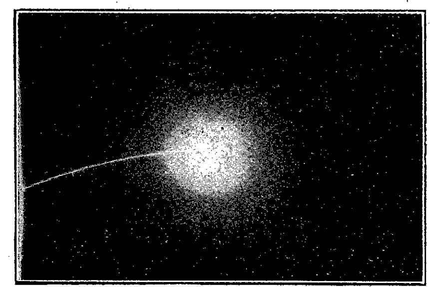


Fig. 1. — Nitrocellulose. Pose : 5 secondes.

V = 11 000 volts. V = 21 000 volts.

dix fois plus fins donnés par une poudre cristalline minérale) d'intensité régulièrement décroissante et qui paraissent être trois ordres successifs.

Ces diagrammes sont entièrement différents de ceux donnés par les rayons X avec des quantités de matière 10^5 fois plus grandes. Ils ne se rapportent donc pas à la maille cristalline. Ils ne semblent pas non plus dus à la structure de la chaîne cellulosique élémentaire par suite de leur identité.

La microphotométrie de ces clichés accuse une décroissance d'allure parabolique de l'intensité diffractée avec superposition des trois renforcements qui constituent les halos.

D'autre part, en explorant un film de nitrocellulose obtenu sur l'eau nous y avons trouvé un cristal d'une étendue voisine de $0^{mm^2},1$ exactement orienté

par rapport à la surface du film qui, dans cette région, se comportait comme un cristal unique. Cette cristallisation s'est probablement produite à la faveur de l'orientation due à l'évaporation sur l'eau. Elle est décelée par l'apparition d'une figure rappelant celles de Laue (*fig.* 2), les taches de

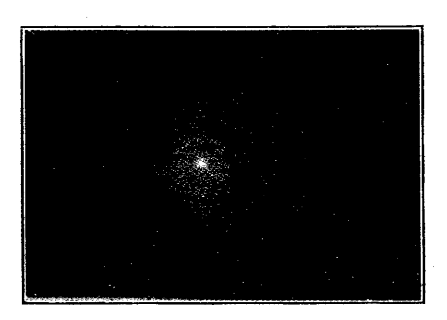
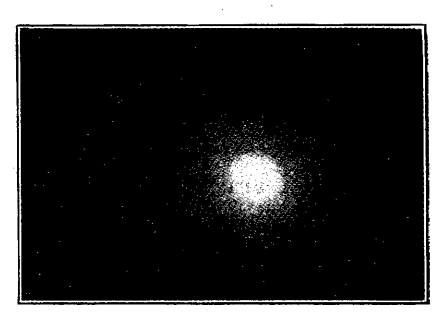



Fig. 2. — Nitrocellulose. Pose : 5 secondes.
V = 13000 volts. V = 22000 volts.

diffraction n'étant, cette fois-ci, aucunement élargies. Ces taches affectent une symétrie hexagonale et obéissent à la loi de L. de Broglie. Les anneaux de la figure 1 sont les *lieux* de ces taches, l'élargissement étant dû à l'imperfection des figures hexagonales élémentaires. Tous ces diagrammes sont aisément visibles sur l'écran fluorescent sur lequel on peut suivre le passage graduel des halos aux spots et vice versa.

Les diagrammes de la figure 2 font penser que les chaînes cellulosiques sont orientées normalement au plan du film et qu'elles sont régulièrement disposées aux nœuds d'un réseau en nid d'abeilles ($a = 3,8$ Å). La structure normale des films cellulosiques accusée par les halos de la figure 1 est la même, à cela près que les microcristaux orthorhombiques (120°) ont une aire très petite devant celle du faisceau cathodique ($0^{mm^2},01$) et qu'ils sont orientés au hasard autour de leur grand axe. Le fait observé autrefois, au cours de recherches sur les rayons X de grande longueur d'onde, que les films épais (10^{-5} cm) obtenus sur le mercure sont étanches aux gaz alors que ceux préparés sur l'eau ne le sont pas, est probablement dû à une différence du degré d'orientation dans la masse de ces films épais.

Ces résultats montrent la puissance d'investigation de l'analyse électronique pour l'étude des matières colloïdales ou fibreuses. Alors que l'analyse par les rayons X, limitée à l'étude des diagrammes de fibres, par suite de l'impossibilité d'obtenir un assez gros cristal de matière cellulosique, n'avait pu déterminer que d'une manière approchée le système cristallin de la

cellulose, l'analyse électronique, qui permet l'étude d'un microcristal unique, en complète heureusement les données. La méthode est applicable à toutes les substances pouvant donner des films minces par évaporation ou par fusion, comme la gélatine, le caoutchouc, les acides gras, dont nous avons obtenu les diagrammes, et, d'une manière générale, à de nombreuses substances colloïdales.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chloro, le bromo et l'iodo-aluminate de chaux.* Note de M[lle] **Foret**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Le bromo et l'iodo-aluminate de chaux sont des sels doubles analogues au chloro-aluminate de chaux. Le chloro, le bromo et l'iodo-aluminate de chaux se forment comme le nitro-aluminate par mélange des trois solutions limpides : solution métastable d'aluminate de chaux, solution du sel de chaux correspondant $(A)^2Ca$, eau de chaux.

Pour obtenir le sel double exempt d'aluminate, il faut également (en exprimant les concentrations des solutions en molécules) réaliser les conditions

$$CaO > 3Al^2O^3, \qquad (A)^2Ca > Al^2O^3.$$

L'expérience montre qu'on n'obtient le sel double exempt d'aluminate tricalcique qu'à partir d'une concentration en $(A)^2Ca$, triple environ des conditions théoriques.

Le chloro-aluminate de chaux a été étudié par différents auteurs; tous lui attribuent la formule $Al^2O^3.3CaO.CaCl^2, nH^2O$, Friedel avec $10H^2O$ de cristallisation, Lafuma avec $18H^2O$ (la dessiccation étant faite sur le chlorure de sodium), Wells avec $10H^2O$.

Nous avons reconnu que la dessiccation par le chlorure de calcium donne une limite plus fixe que par le chlorure de sodium. Les analyses des précipités après dessiccation sur $CaCl^2$ ont conduit aux formules

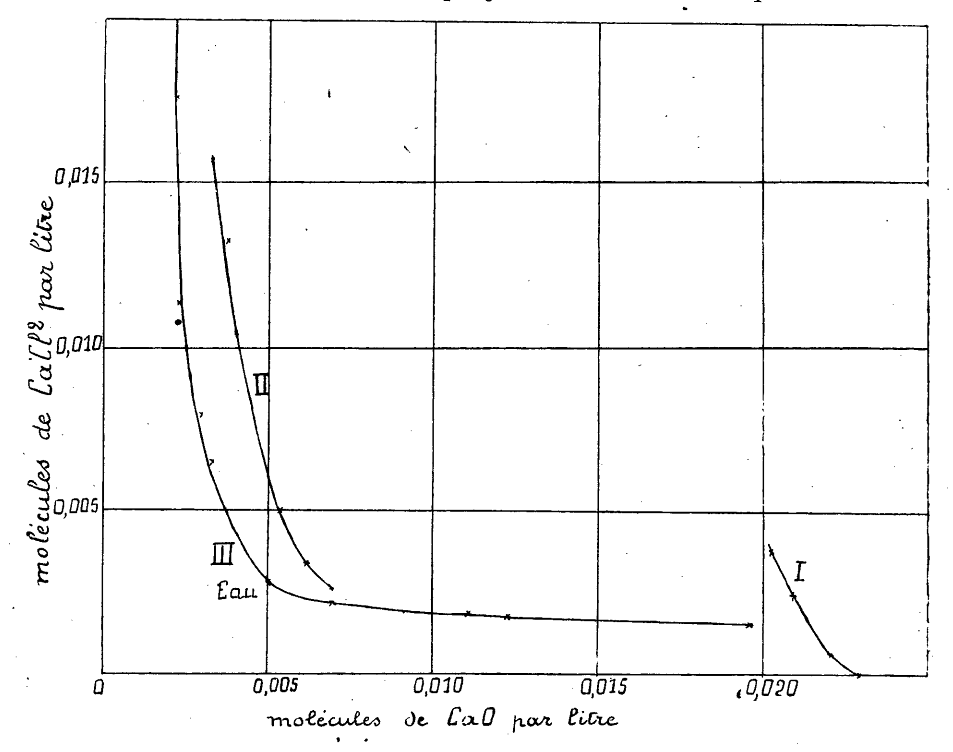
$$3CaO.Al^2O^3.CaI^2.8H^2O,$$
$$3CaO.Al^2O^3.CaBr^2.9{,}5H^2O,$$
$$3CaO.Al^2O^3.CaCl^2.10H^2O,$$
$$3CaO.Al^2O^3.(NO^3)^2Ca.10H^2O,$$

Pour le nitro-aluminate, la dessiccation par NaCl avait donné $16H^2O$ de cristallisation.

Tous ces corps se décomposent dans l'eau. L'étude des différents systèmes univariants donne lieu aux mêmes systèmes et aux mêmes remarques que

pour le nitro-aluminate de chaux. Premier cas : phases solides : chaux, aluminate tétracalcique, sel double; deuxième cas : alumine, aluminate tricalcique, sel double; troisième cas : aluminate tétracalcique, aluminate tricalcique, sel double.

Nous donnons ci-dessous les courbes obtenues pour le chloro-aluminate de chaux. Ces courbes, donnant le nombre de molécules de chaux et de $CaCl^2$ dans la solution, sont les projections de courbes que la troisième



variable, l'alumine, situe dans l'espace. Elles ne se rencontrent pas. Les chiffres obtenus pour la décomposition du chloro-aluminate de chaux par l'eau sur la courbe III diffèrent de ceux de Lafuma.

Le bromo et l'iodo-aluminate de chaux donnent des courbes semblables à celles du chloro-aluminate; voici quelques chiffres parmi les résultats (donnés en molécules par litre) :

Premier Groupe (chaux, aluminate tétracalcique, sel double).

CaO.....	0,0215	0,0203	0,0192	CaO.....	0,0216	0,0203	0,0194
$CaBr^2$....	0,0016	0,0051	0,0087	CaI^2......	0,00112	0,0043	0,0081
Al^2O^3....	–	–	–	Al^2O^3.....	0,0004	0.00035	0,0004

DEUXIÈME GROUPE (alumine, aluminate tricalcique, sel double).

CaO.....	0,0067	0,0040	0,0019	CaO.....	0,0075	0,0041	0,0025
$CaBr^2$....	0,0029	0,0074	0,1843	CaI^2......	0,0027	0,0109	0,026
Al^2O^3....	0,0101	0,0046	0,0031	Al^2O^3.....	0,013	0,0046	0,0025

TROISIÈME GROUPE (aluminate tricalcique, aluminate tétracalcique, sel double).

Décomposition du sel double dans l'eau de chaux.

CaO.....	0,0190	0,0141	CaO.....	0,0173	0,0150	0,0100
$CaBr^2$....	0,0017	0,0018	CaI^2......	0,0016	0,0017	0,0021
Al^2O^3.....	0,0013	0,0005	Al^2O^3.....	0,0007	0,0008	0,0012

Décomposition dans l'eau.

CaO.....	0,0051	CaO.....	0,0055
$CaBr^2$....	0,0035	CaI^2......	0,003
Al^2O^3.....	0,0061	Al^2O^3.....	0,0063

Décomposition dans des solutions de $CaBr^2$ *ou* CaI^2.

CaO.....	0,0026	0,0024	0,0020	CaO.....	0,0038	0,0025	0,0023
$CaBr^2$....	0,0097	0,0105	0,0178	CaI^2......	0,0072	0,0182	0,0269
Al^2O^3....	0,0031	–	0,0026	Al^2O^3.....	0,0041	0,0029	0,0025

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'influence du rayonnement dans la combustion en vase clos des poudres colloïdales*. Note [1] de M. **H. Muraour**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons antérieurement montré :

1° Qu'à haute densité de chargement l'aire de la courbe pression-temps $\left(\int p\,dt\right)$ est pratiquement constante. (La pression s'élevant de 1000^{kg} à 4000^{kg} par centimètre carré l'aire n'augmente que d'environ 6 pour 100.)

2° Qu'aux faibles densités de chargement cette aire diminue considérablement et peut tomber à moins de la moitié de la valeur qu'elle possède sous 2000^{kg} de pression maximum.

Dans l'hypothèse formulée (apport par les chocs moléculaires de l'énergie nécessaire pour décomposer la poudre), cette diminution de $\int p\,dt$ ne peut s'expliquer que par une variation de la température de la couche gazeuse qui échauffe la poudre ou par un apport supplémentaire d'énergie. Une

(1) Séance du 20 octobre 1930.

hypothèse simple consiste à admettre que cet apport d'énergie est dû à l'influence du rayonnement calorifique des gaz. Cette hypothèse est-elle exacte? C'est ce que nous avons cherché à vérifier. Pour cela nous avons étudié la variation de $\int p\,dt$ pour une poudre à très basse température d'explosion. Le rayonnement étant proportionnel à la quatrième puissance de la température absolue, la variation de $\int p\,dt$ doit être particulièrement faible pour une poudre de ce type.

Nous avons opéré avec une poudre préparée avec un mélange de 60 parties de coton-poudre à 11,7 d'azote et 25 parties de nitroglycérine, pour 86 parties de ce mélange, la poudre contenait 14 pour 100 de centralite (diétyldiphénylurée symétrique). Le taux d'azote nitrique de la poudre était de 11,54 pour 100. Cette poudre a été tirée à différentes densités de chargement dans la bombe de 150^{cm^3}. En vue de permettre une détermination exacte de $\int p\,dt$ et de la durée totale de combustion, les expériences ont été exécutées en utilisant une amorce de poudre noire, de poids variable suivant le crusher et la surface du piston utilisée, mais toujours suffisante pour produire, au moment de l'inflammation, un léger écrasement du crusher. Le graphique ci-contre, sur lequel on a porté en abscisse la durée totale de combustion, en ordonnées $\int p\,dt$, résume les résultats obtenus. L'inspection du graphique montre qu'une réduction de $\int p\,dt$ de 17 kg/cm²/sec (réduction de 50 pour 100) correspond à une durée de combustion d'environ 130 millisecondes. L'épaisseur de la poudre étant de $2^{mm},91$, l'apport complémentaire d'énergie est capable de décomposeer en 130 millisecondes une épaisseur de $\frac{2,91}{2} = 1,455$, soit pour 1^{cm^2} un poids de poudre de $0^g,221$. Si nous admettons pour cette poudre les caractéristiques suivantes : chaleur spécifique 0,337. Température de décomposition 200°, il faut pour décomposer $0^g,221$ de poudre 13,39 petites calories. La poudre étant échauffée sur ses deux faces l'apport est par centimètre carré de $\frac{13,39}{2} = 6,39$ petites calories en 130 millisecondes, soit par seconde 51,5 petites calories.

Or, la température d'explosion de la poudre utilisée est d'environ 2020°K.

Même en admettant :

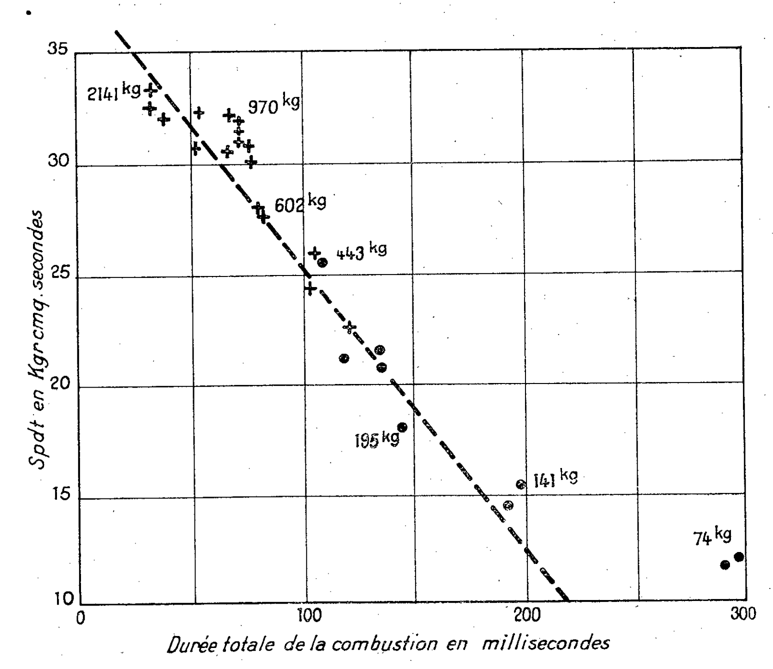
1° Que dans la couche gazeuse qui échauffe la surface de la poudre les réactions sont terminées (hypothèse qui n'est guère admissible);

2° Que cette couche possède le pouvoir rayonnant du corps noir (ce qui, malgré la présence de carbone libre est certainement exagéré).

La quantité d'énergie rayonnée par les gaz par centimètre carré et par seconde ne serait que de 23 petites calories.

L'effet observé est donc environ le double de l'effet calculé.

Même en adoptant pour température de décomposition de la poudre 180°



Variation de $\int p\,dt$ en fonction de la durée de combustion pour l'échantillon n° 190 (A 74) à 14 pour 100 de centralite. +, crushers de 13/8; ●, crushers de 4,90. — *Nota*. Les nombres placés près des points expérimentaux indiquent la pression *Max*.

et non 200° l'apport nécessaire serait encore de 46 calories par centimètre carré et par seconde. Pour expliquer cet apport de 46 calories, il faudrait admettre que la température de la masse gazeuse est non pas de 2000°, mais de 2400°, ce qui est inadmissible.

L'hypothèse du rayonnement est donc insuffisante pour expliquer la réduction d'aire observée dons le tir à basse pression des poudres colloïdales.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la distillation sèche du baume de Tolu.* Note de MM. **Justin Dupont** et **Jean-Jacques Guerlain**, présentée par M. A. Béhal.

Au cours de recherches que nous avons entreprises en vue d'apporter une contribution à l'étude de la composition des baumes odorants, nous avons eu l'occasion d'étudier les produits de la distillation sèche du baume de Tolu. Près d'un siècle s'est écoulé depuis le temps où Sainte-Claire Deville ([1]), pratiquant cette opération, découvrit le toluène. Il avait annoncé qu'elle donnait naissance également à du benzoate d'éthyle. Un peu plus tard, Scharling ([2]) montra qu'il ne s'agissait pas de benzoate d'éthyle mais bien de benzoate de méthyle. Opérant sur des quantités importantes de matière, nous avons pu isoler et identifier deux composés dont la formation avait échappé à nos devanciers, lesquels ne semblent pas avoir observé qu'une proportion élevée des produits de la pyrogénation est soluble dans les lessives alcalines.

La distillation sèche, pratiquée sur des quantités de 250^g de baume, donne lieu à un dégagement de gaz carbonique et d'hydrogène. On recueille de l'eau qui surnage une masse goudronneuse renfermant beaucoup d'acide benzoïque et d'acide cinnamique. Il reste dans la cornue un coke spongieux, friable, brillant. Les acides ont été éliminés par lavage avec une solution de carbonate de sodium. A ce moment on a perçu une odeur d'amine. Ensuite on a soumis l'huile insoluble à l'entraînement par la vapeur d'eau.

Le liquide obtenu, huileux, incolore, fortement odorant, a été traité par une lessive de soude à 5 pour 100. Il s'est séparé une portion insoluble qui est actuellement en cours d'étude.

La liqueur alcaline, colorée en brun, ayant été saturée de gaz carbonique, on a obtenu une huile lourde qu'on a soumise à la rectification à la pression de l'atmosphère. De nombreux tours de fractionnement ont été effectués. Finalement, on a scindé la masse en trois portions principales distillant à 204-206°, 218-222°, 228-232°, les deux premières étant, de beaucoup, les plus importantes.

([1]) Sainte-Claire Deville, *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, 3, 1841, p. 151.

([2]) Scharling, *Lieb. Ann.*, 97, 1856, p. 68.

La première portion, refroidie et amorcée avec un cristal de gaïacol, s'est prise en masse. Par l'action de l'oxychlorure de carbone en présence de soude, on a obtenu un *carbonate* cristallisant dans l'alcool, fusible à 87°. Saponifié, ce carbonate a fourni un corps distillant à 205°, fondant à 30°, donnant un *benzoate* fusible à 56°. La première fraction est donc formée de gaïacol,

$$C^6H^4\langle^{OCH^3\ (1)}_{OH\ \ (2)}.$$

La seconde a donné un *carbonate* cristallisant dans l'alcool, fusible à 143°. C'est le point de fusion indiqué par MM. Béhal et Choay [1] pour le carbonate de l'*homogaïacol* ou *créosol*,

(1) $$CH^3-C^6H^3\langle^{OCH^3\ (3)}_{OH\ \ (4)}.$$

Le créosol régénéré de ce carbonate bout à 222°.

Enfin, le *carbonate* préparé à partir de la troisième portion fond à 105-106°. Il est probable que cette fraction renferme de l'*éthylgaïacol*,

(1) $$C^2H^5-C^6H^3\langle^{OCH^3\ (3)}_{OH\ \ (4)},$$

corps découvert par MM. Béhal et Choay dans la créosote. Mais ces auteurs ont indiqué pour son carbonate un point de fusion de 108°,5. A cause de cette divergence, une vérification devra être faite sur une masse plus importante de matière.

En résumé, et sous la réserve qui précède en ce qui regarde la troisième fraction, la distillation sèche du baume de Tolu donne lieu à la production, en quantités notables, d'éthers monométhyliques de la pyrocatéchine et de ses homologues, identiques à ceux que MM. Béhal et Choay ont extraits de la créosote du goudron de bois. Le travail de ces savants nous a été un guide précieux dans cette recherche.

Au cours de nos expériences, nous avons constaté que les monoéthers de diphénols dont il s'agit fournissent avec le chlorure de calcium anhydre des combinaisons solides, dissociables par l'eau, comme le font nombre de corps à fonction hydroxyle.

---

[1] Béhal et Choay, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 11, 1894, p. 698.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cétène-imines et sur la tautomérie des nitriles.* Note [1] de MM. **Georges Mignonac** et **Charles Hoffmann**, transmise par M. Paul Sabatier.

L'acétonitrile traité par le bromure d'éthylmagnésium conduit avec dégagement d'éthane à une combinaison magnésienne cristallisée. Nous avons observé que cette combinaison traitée par l'eau à 0° donne des quantités importantes d'acétamide. L'acétonitrile à cette température ne subissant l'hydrolyse, ni en milieu acide, ni en milieu alcalin, nous avons envisagé pour expliquer cette réaction la combinaison magnésienne sous la forme $CH^2 = C = N - MgBr$ [2]. Celle-ci décomposée par l'eau conduit à la cétène-imine et cette dernière, fixant l'eau à la manière des cétènes, conduit à l'acétamide. Les deux réactions peuvent avoir lieu simultanément

$$\underset{\overset{\downarrow}{CH^{2+}}}{} \overset{H\text{——}OH}{} = \overset{\downarrow}{C} = N - \vert - MgBr + HO \vert H \rightarrow CH^3 - \overset{OH}{\overset{|}{C}} = NH \rightarrow CH^3CONH^2.$$

Pour mettre en évidence la forme cétène-imine, tautomère des nitriles, nous avons cherché à donner une certaine mobilité à l'atome d'hydrogène du carbone méthanique supportant la fonction.

Pour cela nous avons accumulé sur ce carbone des résidus électronégatifs (phényl, benzoyl).

Par action directe du chlorure de benzoyle sur le dérivé sodé du cyanure de benzyle nous avons obtenu aisément un dérivé dibenzoylé [3]. Cette nouvelle substance se présente sous la forme de prismes incolores fondant à 146°,2 (corr.). Soluble dans le benzène, dans le toluène, l'éther et le chloroforme, soluble dans l'alcool à chaud et peu soluble à froid. L'un des benzoyl manifeste une grande mobilité, et il peut être enlevé facilement, à froid, en milieu anhydre, par des bases organiques telles que la phényléthylamine; cette débenzoylation est suivie d'une coloration jaune vert très

---

(1) Séance du 1er septembre 1930.

(2) Les dérivés sodés et magnésiens des nitriles ont déjà été envisagés sous cette forme par Hesse, Bruylants, Upson et Thomson, Rising, etc.

(3) Cette réaction, déjà mise en œuvre par Bodroux, n'avait conduit jusqu'ici qu'au dérivé monobenzoylé : le phénylbenzoylcyanométhane (cyandesoxybenzoïne).

nette. Si l'on ajoute, par exemple, à une solution toluénique de dérivé dibenzoylé (1^{mol}) de la phényléthylamine (2^{mol}) la coloration jaune vert apparaît instantanément dans la solution.

Nous avons isolé le produit qui donne lieu à la coloration; il se présente sous forme de fines aiguilles jaunes pâles pouvant être recristallisées dans le benzène ou le toluène et fondant à 99°.

L'analyse de cette substance et l'étude de ses propriétés nous ont conduit à la considérer comme le sel de phényléthylamine d'un pseudoacide : la phénylbenzoylcétène-imine

$$C^6H^5-\underset{\underset{\displaystyle C^6H^5}{|}}{\underset{|}{\overset{}{C}}}\!\!\!\!\overset{}{}=C=NH,\quad NH^2-CH^2-CH^2-C^6H^5$$

$$\begin{array}{l} C^6H^5-C=C=NH, \quad NH^2-CH^2-CH^2-C^6H^5 \\ \qquad\quad\; | \\ \qquad\quad CO \\ \qquad\quad\; | \\ \qquad\quad C^6H^5 \end{array}$$

La solution toluénique froide de ce sel est jaune vert; mais si l'on élève progressivement la température, la coloration devient de plus en plus faible et, vers 90°, la solution devient incolore. Par refroidissement, on observe le phénomène inverse. Nous expliquons ce changement de coloration par un passage de la forme cétène-imine (dont la coloration peut être rapprochée de celle des cétènes) à la forme nitrile incolore (1) :

$$\begin{array}{lcll} C^6H^5-C=C=NH,\ NH^2C^8H^9 & & C^6H^5-CH-C\equiv N & \\ \qquad\quad\; | & & \qquad\quad\;\; | & +\ C^8H^9NH^2 \\ \qquad\quad CO & \rightleftharpoons & \qquad\quad CO & \\ \qquad\quad\; | & & \qquad\quad\;\; | & \\ \qquad\quad C^6H^5 & & \qquad\quad C^6H^5 & \\ \qquad +10^{\circ},\ \text{coloré} & & \qquad +90^{\circ},\ \text{incolore.} & \end{array}$$

Si l'on fait agir un acide minéral étendu sur la solution verte, celle-ci est immédiatement décolorée, il y a précipitation de phénylbenzoylcyanométhane (cyandesoxybenzoïne), F. à 92°, déjà décrit par Walter et Schickler (2) et par Bodroux (3) et dans la solution on retrouve le sel de phényléthylamine correspondant à l'acide mis en œuvre

$$\begin{array}{lcll} C^6H^5-C=C=NH,\ NH^2C^8H^9 & & C^6H^5-CH-C\equiv N & \\ \qquad\quad\; | & & \qquad\quad\;\; | & \\ \qquad\quad CO \qquad\qquad +\ HCl & \rightarrow & \qquad\quad CO & +\ C^8H^9NH^2,\ HCl \\ \qquad\quad\; | & & \qquad\quad\;\; | & \\ \qquad\quad C^6H^5 & & \qquad\quad C^6H^5 & \end{array}$$

(1) Nous nous proposons de faire une étude spectrographique de cette transformation.

(2) WALTHER et SCHICKLER, *Journ. prakt. Chem.*, 55, 1897, p. 308.

(3) BODROUX, *Bull. Soc. chim.*, 9, 1911, p. 726.

Par action de l'ammoniaque en milieu anhydre sur le dérivé dibenzoylé nous avons obtenu le sel d'ammonium

$$C^6H^5(C^6H^5CO) = C = C = N - NH^4$$

déc. vers 72°, peu soluble dans l'alcool et l'éther, donnant des solutions jaune vert dans le benzène ou le toluène. Ces solutions sont également décolorées sous l'action de la chaleur.

Le sel de sodium conduit à des solutions éthérées, fluorescentes, vert émeraude. Quant au dérivé dibenzoylé initial

$$\begin{array}{c} CO - C^6H^5 \\ | \\ C^6H^5 - C \quad - CN \\ | \\ CO - C^6H^5 \\ \text{I.} \end{array} \qquad \begin{array}{l} C^6H^5 - C = C = N - CO - C^6H^5 \\ \qquad\quad | \\ \qquad\quad CO - C^6H^5 \\ \qquad\quad \text{II.} \end{array}$$

on peut lui attribuer une constitution correspondant au phényldibenzoylcyanométhane (I) ou une constitution correspondant à un dérivé benzoylé de la phénylbenzoylcétène-imine (II). Cette dernière est celle que nous avons adoptée parce qu'elle rend mieux compte de la mobilité de l'un des groupements benzoyle.

MINÉRALOGIE. — *Étude métallographique de quelques minerais métalliques de Yougoslavie*. Note ([1]) de M. **St. Pavlovitch**.

L'examen, au microscope métallographique polarisant, des minerais métalliques de Yougoslavie n'a fait jusqu'à présent l'objet d'aucun travail d'ensemble. Ayant eu l'occasion de me procurer une centaine d'échantillons provenant de gisements récemment ou anciennement exploités, je donnerai ici les principaux résultats auxquels m'a conduit leur examen. On peut diviser ces minerais en deux groupes : les minerais cuprifères et les minerais plombo-argentifères et cuprifères.

1° Les premiers ont donné lieu à d'importantes exploitations. On les rencontre dans le nord de la Serbie, où ils sont associés soit à des andésites ou à des dacites, soit à des roches basiques, telles que des serpentines ou des lherzolites.

Au premier type de gisements appartiennent ceux de Maïdan Peck et de

([1]) Séance du 20 octobre 1930.

Bor. Les minerais profonds de Maïdan Peck sont constitués par : pyrite, mispickel, pyrrhotite, galène et cuivre gris. Ce dernier minéral n'avait pas encore été signalé dans cette mine, et c'est principalement à sa présence que doit être attribuée la richesse en argent des minerais qui le renferment. Dans la zone d'oxydation on trouve principalement de la cuprite, associée au cuivre natif et aussi à la ténorite en agrégats grenus agissant nettement sur la lumière polarisée. Certaines sections montrent en outre le remplacement de la chalcopyrite par l'érubescite violacée qui se transforme à son tour en cuprite et en malachite fibreuse. Dans la zone tout à fait superficielle, on rencontre de la magnétite en agrégats grenus isotropes, et de la psilomélane renfermant de très fines inclusions de polianite.

Le gisement de Bor est situé au sud de celui de Maïdan Peck. Sa genèse a fait l'objet de nombreux travaux, et d'après Lazarevic (1), elle comprendrait deux phases : Une phase de forte pneumatolyse, avec formation de sulfures primaires (pyrite et énargite), puis une phase hydrothermale avec formation de minéraux de cémentation (érubescite, chalcocite, covellite). L'examen microscopique permet de préciser cette hypothèse; il montre que la pyrite a cristallisé un peu avant l'énargite qui se présente en agrégats cristallins anisotropes; la covellite s'est formée ensuite aux dépens de l'énargite au milieu de laquelle elle forme des agrégats lamellaires remarquables par leur polychroïsme intense. Le remplacement de la pyrite par l'érubescite qui n'avait pas été signalé par Lazarevic est très net dans certaines sections. Ce minéral présente des anomalies optiques et est sillonné par de nombreuses veinules de chalcocite secondaire.

En résumé, si les gisements de Maïdan Peck et de Bor présentent entre eux quelques analogies dues surtout à l'existence de phénomènes de cémentation, ils diffèrent cependant entre eux par la nature de leur minéralisation profonde.

Parmi les gisements associés aux roches basiques, nous signalerons ceux de Podgorina et de Planinitza. Leurs minerais sont le cuivre natif, la chalcocite *secondaire* et la cuprite. Ils forment des *amas* dans une serpentine riche en bastite et résultent vraisemblablement de la transformation complète d'un minerai sulfuré primaire (pyrite et chalcopyrite) contemporaine de la serpentinisation de la roche basique au sein de laquelle il s'était primiti-

(1) M. LAZAREVIC, *Die Enargit-Covellin-Lagerstätte von Čuka-Dulkan bei Bor in Ostserbien* (*Zeits. f. prakt. Geol.*, 20, 1912, p. 337).

vement différencié. La cuprite de ce minerai présente des anomalies optiques très nettes entre nicols croisés.

2° Les principaux gisements cupro-plombo-argentifères se trouvent dans le centre et le sud de la Serbie. Ils sont en relation principalement avec des andésites et des dacites d'âge tertiaire ou crétacé. Le gisement le plus important de la Serbie centrale est celui de Rudnik. Les minerais, qui remplissent des filons dont la puissance varie de 1 à 20^{m}, sont constitués par de la pyrite, de la galène associée à du cuivre gris argentifère, de la blende renfermant un grand nombre d'inclusions de chalcopyrite et de pyrrhotite, et du mispickel en cristaux automorphes. On n'y trouve pas de minéraux caractéristiques de la zone de cémentation. Dans la Serbie méridionale, les minerais argentifères provenant d'un gisement situé au voisinage de Kratovo montrent des amas de pyrite et de mispickel en cristaux automorphes, un peu de galène et une grande quantité de cuivre gris, cause de la richesse en argent.

Au sud de Kratovo, le gisement de Dobrovo est lié à des éruptions trachytiques [1] et renferme de la chalcopyrite remplaçant la pyrite, du mispickel en cristaux automorphes ou en agrégats dendritiques, et de la galène intimement associée au cuivre gris argentifère. La magnétite, fréquente dans ces minerais, a été dissoute partiellement, et certains cristaux corrodés présentent des formes squelettiques.

En résumé, la caractéristique de ces minerais, mise en évidence par l'examen métallographique, est la présence constante du cuivre gris primaire, cause de leur richesse en argent. Cette caractéristique se retrouve d'ailleurs dans beaucoup de minerais analogues provenant d'autres gisements du globe.

GÉOLOGIE. — *Sur la stratigraphie de la zone atlantique du Protectorat espagnol au Maroc.* Note de M. **Jacques Bourcart.**

La zone de Protectorat espagnol au Maroc débute, le long du rivage de l'Atlantique, à l'embouchure de l'Oued Tahadart, fleuve résultant du confluent de l'Oued Mharar qui draine le sud du Fahç tangérois et de l'Oued El-Hachef (appelé en amont Oued Kharroub).

---

(1) J. Tomitch, *Sur une série de laves de la Serbie méridionale* (*Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 133).

La rive droite de ce dernier cours d'eau forme à peu près la limite entre la région autochtone, à facies tangérois, que j'ai décrite dans une précédente Note ([1]), et un pays, au point de vue géologique entièrement différent, constitué par la longue croupe littorale du R'arbiya qui, entre Arzila et Larache, culmine à 225^m et, à l'est de celui-ci, par un ensemble un peu confus de collines, traversé par un chapelet de dépressions que suit la ligne du chemin de fer de Tanger à Fez.

Cette région naturelle, que l'on peut appeler zone de Larache, vient se terminer au sud à la dépression miocène et pliocène d'El-Ksar-el-Kébir (Alcazarquivir) que le Loukkos suit jusqu'à la mer. Les sables astiens et les cailloutis du Pliocène supérieur forment, en zone française déjà, la limite méridionale de cette dépression.

Le pays autochtone tangérois se termine à la mer par une chaîne de collines de direction nord-nord-ouest, sud-sud-est dont la première porte le nom d'Aqbet-el-Hamra (Cuesta Colorada). Sa constitution géologique est celle de toute la zone de Tanger : argiles versicolores de l'Oligocène reposant sur l'anticlinal cénomanien et sénonien de la plaine du Mharar, avec un petit lambeau priabonien intermédiaire à la carrière du Charf-el-Aman, grès roux intercalés d'argiles vertes, *Arenisca del Aljibe* (Oligocène supérieur continental). Ces couches sont affectées d'un pendage général vers le sud-ouest et paraissent disparaître sous les alluvions de l'Oued El-Hachef. Des grès bleus à *Venus Gallina*, extraits d'un puits foré sur la rive droite de la rivière, recouvrent probablement les grès de l'Oligocène supérieur.

Sur la rive gauche de l'Oued El Hachef, on est surpris de voir affleurer des terrains de facies absolument différents. Ce sont des marnes blanches, largement développées près d'Arzila et au poste de Tnin de Sidi-Amar (Fortina), qui sont certainement continues avec les marnes blanches lutétiennes d'El-Ksar, du Djebel R'eni et du Sarsar; puis une série de marnes ou d'argiles azurées, contenant souvent des *Orthophragmina*, qui reproduisent exactement l'aspect des marnes de l'Éocène supérieur du massif de Sidi Ameur-el-Hadi dans le R'arb français. A la partie supérieure de ces marnes, des bancs de grès tendres, ocrés, s'intercalent de plus en plus souvent. Cette série affleure surtout entre le Tnin de Sidi-Amar et la station de Tleta Raïssana. Sur le plateau de R'arbiya, entre Arzila et Larache, elle est surmontée par des grès roux à mouches de marnes vertes, contenant des

---

([1]) *Sur la stratigraphie de la zone internationale de Tanger* (*Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 621).

fragments très nombreux de coquilles de Balanes et des *Lepidocyclina Tournoueri*, *L. marginata*, *Operculina complanata*, puis par des conglomérats. Ce niveau, qui affleure notamment à la carrière sous les ruines de Lixus, en face de Larache, représente certainement le Chattien.

Cette série nummulitique paraît, sur sa bordure méridionale, chevaucher les marnes miocènes de la cuvette d'El Ksar. Le Trias, sous le facies bien connu du R'arb, ne manque même pas dans la zone de contact; il pointe notamment au Douar bou Aïssa, au passage à niveau du chemin de fer de Tanger à Fez, immédiatement au nord d'El-Ksar.

Le Nummulitique de la zone de Larache est recouvert, *en transgression*, par le Pliocène inférieur, qui apparaît ici sous ces deux facies : marnes bleues plaisanciennes et grès jaunes à *Pecten planomedius* de l'Astien, puis par les sables rouges du Sahel qui ne sont que l'équivalent latéral des cailloutis du R'arb français (Pliocène supérieur).

Les différents termes stratigraphiques qui constituent la zone de Larache sont donc identiques à ceux qui, dans le R'arb français, forment ce que j'ai appelé la *Zone du Sebou*; par les collines du pied des Ahl Sérif, le Dj. R'eni et le Sarsar, ils sont en outre en continuité avec la large bande des terrains de cette zone qui se poursuit à travers la feuille d'Ouezzan, où ils reposent, par l'intermédiaire d'une bande de Trias et de Paléozoïque broyés, sur l'Éocrétacé des Djebalas.

En dehors de toute considération tectonique, il me paraît donc que les terrains qui constituent la zone de Larache appartiennent à une même zone de sédimentation caractérisée par l'importance du Nummulitique et l'absence complète de lacunes dans celui-ci. Une grande ligne de discontinuité la sépare d'un pays certainement autochtone, la *Zone des Andjéras*, caractérisée par un Éocrétacé extrêmement puissant, recouvert dans le nord par du Crétacé moyen et supérieur, puis, avec une importante lacune pendant l'Éocène inférieur et moyen, par un Oligocène tout différent de celui de la zone du Sebou.

Cette ligne de discontinuité se poursuit d'Arzila au moins jusqu'à l'Ouer'ra.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les vitamines et le raffinage des huiles d'olives.* Note (¹) de M. **L. Margaillan**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Dans les études sur les vitamines on considère assez généralement l'huile d'olive comme dépourvue de vitamines, en opposition notamment avec l'huile de noix, la graisse de beurre et surtout l'huile de foie de morue.

Or, quand on a étudié la fabrication industrielle des huiles d'un peu près, on peut se demander ce que les expérimentateurs ont désigné sous le nom « d'huile d'olive ».

Est-ce le produit rare qu'est l'huile vierge, vraiment vierge et indemne de tout traitement, est-ce une huile raffinée, plus ou moins neutralisée, décolorée, désodorisée, chère à la plupart des consommateurs des régions septentrionales?

Les travaux récents sur le carotène et les pigments colorés voisins, le rapprochement qui vient naturellement à l'esprit entre l'action de ces substances et des vitamines (²), posent la question de savoir si les procédés de raffinage n'affaiblissent pas le contenu vitaminique des huiles. On a tout dit à ce sujet, mais on n'a, à notre avis, encore rien démontré.

Dans cet ordre d'idées, nous avons institué une série d'expériences pour comparer l'action des huiles d'olives vierges avec celle des mêmes huiles raffinées.

Pour cela, nous avons soumis des lots de rats blancs à des couples de régimes : V_1, R_1, V_2, R_2, ...

Deux régimes d'un même couple (V_x, R_x) se différencient seulement par la nature de l'huile, vierge (V) ou raffinée (R) incorporée au régime, les régimes d'indices différents se différencient par la constitution du reste du régime. Celui-ci dérive le plus souvent de l'un des régimes classiques d'Osborne et Mendel par exemple. Nous avons initialement pris des régimes différents pour éliminer par comparaison l'action propre de la partie « non huile » du régime alimentaire.

Voici à titre d'exemple, des courbes de croissance obtenues sur des rats

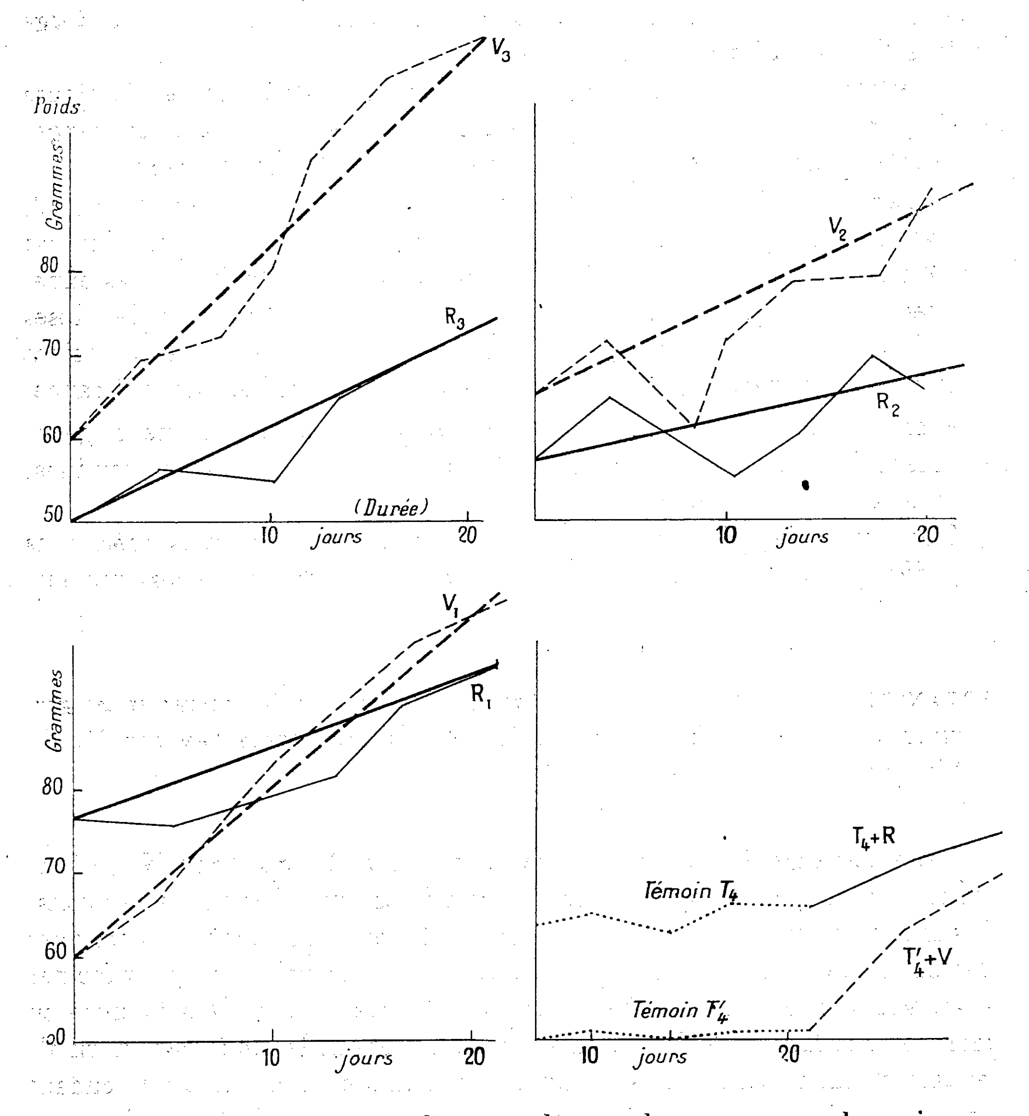
---

(¹) Séance du 13 octobre 1930.

(²) Voir à ce sujet la conférence sur « Le caractère et la croissance des animaux » par M. Javillier (*Bull. Soc. Chim. biol.*, **12**, 1930, p. 554).

qui avaient auparavant été amenés à une constance de poids depuis plusieurs jours.

Dans ces courbes la durée du régime a été portée en abscisses et le poids des animaux en ordonnées.



Leur examen montre que, dans tous les cas, le taux moyen de croissance est beaucoup plus considérable avec les régimes V à l'huile vierge qu'avec les régimes R à l'huile raffinée.

Par ailleurs, nous donnons la courbe (4) de 2 rats nourris pendant 3 semaines avec du maïs et dont le poids était remarquablement constant. Au 20e jour on a ajouté à la ration 3 pour 100 d'huile, on voit que l'action s'est fait immédiatement sentir. Une augmentation de poids s'est manifestée chez les deux animaux, mais beaucoup plus marquée avec l'huile vierge qu'avec l'huile raffinée.

A l'effet incontestable d'une addition de corps gras au régime, il s'ajoute quelque chose de plus et de très important dans le régime à huile vierge; c'est une confirmation de ce que nous avons obtenu précédemment.

M. Javillier et Mlle Emerique avaient montré (*Bull. Soc. Hyg. Alim.*, 17, p. 420) qu'à la dose de 15 pour 100 une huile d'olive vierge possédait un pouvoir antixérophtalmique que ne possède pas l'huile raffinée; les expériences que nous publions aujourd'hui montrent que, même à des doses cinq fois moindres, les huiles d'olives vierge et raffinée se différencient *immédiatement* et très nettement par leur effet sur le gradient de croissance.

Ainsi il paraît indubitable que, contrairement à ce que l'on pense généralement, l' « huile d'olive » n'est pas initialement dépourvue de vitamines, c'est le raffinage qui l'appauvrirait.

Quelle part de responsabilité ont, à cet égard, les différentes opérations du raffinage, c'est ce que nous nous proposons de montrer incessamment.

BOTANIQUE. — *Action des radiations ultraviolettes sur les spores et les germinations des Floridées.* Note de M. E. Chemin, présentée par M. L. Mangin.

Les expériences ont été faites avec une lampe Gallois, type NL, d'une intensité de 2,5 ampères, fonctionnant avec du courant alternatif à 110 volts. Les lames de verre portant les spores, germées ou non, étaient placées dans des boîtes de Petri avec une quantité d'eau de mer suffisante pour former au-dessus d'elles une couche d'environ 1^{mm} d'épaisseur. Après mise en marche de la lampe pendant 5 minutes, pour obtenir le rendement normal, les lames étaient exposées aux radiations à une distance de 25^{cm} pendant un temps variant de 5 à 15 minutes, et replacées aussitôt dans l'eau de mer d'un grand cristallisoir. D'autres lames, provenant d'un même ensemencement, non soumises aux radiations, étaient conservées dans les mêmes conditions et servaient de témoins.

Des spores de *Nemalion multifidum*, émises depuis moins de 24 heures, exposées aux radiations ultraviolettes pendant 15, 10 ou 5 minutes, ne montrent aucune modification durant les premières heures. Le lendemain les spores exposées pendant 15 minutes sont complètement décolorées et en voie de désagrégation; les spores exposées pendant 10 minutes sont également décolorées mais leur forme est conservée; les spores exposées pendant 5 minutes seulement sont encore rougeâtres et ce n'est que le surlendemain que la disparition de la phycoérythrine, indice d'une mort certaine, est complète.

Les spores de *Gelidium latifolium*, carpospores comme tétraspores, présentent des mouvements amiboïdes très accentués plusieurs heures après leur sortie. Une exposition de 5 minutes aux radiations ultraviolettes suffit pour arrêter ces mouvements. Au bout de 9 heures, les spores, figées dans leur forme, ont verdi; le lendemain la décoloration est complète et la désagrégation commence. La même succession de phénomènes s'observe à un rythme accéléré après une exposition de 10 minutes.

Les spores de *Callithamnion corymbosum*, plus fortement pigmentées que les précédentes, ne résistent pas davantage; une exposition de 5 minutes suffit pour qu'elles soient toutes altérées, ou en voie d'altération, au bout de 24 heures. Les spores de *Griffithsia corallina* paraissent un peu moins sensibles; si l'altération est déjà manifeste au bout de 24 heures après une exposition de 10 minutes, il faut attendre 48 heures après une exposition de 5 minutes pour noter les premiers symptômes de la décomposition. Il en est de même des grosses spores noirâtres de *Schizymenia Dubyi*; elles paraissent encore intactes 24 heures après une exposition de 5 minutes; au bout de 48 heures quelques-unes sont décolorées, les autres ont légèrement pâli, aucune n'a commencé son développement. Cet arrêt du développement s'observe également chez les grosses monospores de *Monospora pedicellata*; 48 heures après une exposition de 10 minutes la coloration est encore normale mais il n'y a aucune ébauche de rhizoïde qui, dans les conditions normales, atteint déjà la longueur de la spore.

L'action nocive des radiations ultraviolettes s'observe également sur les jeunes germinations. Les germinations de *Nemalion multifidum*, âgées de 8 jours, formées d'un filament de 7 à 8 cellules, sont exposées au rayonnement de la lampe pendant 10 minutes. Dès le lendemain les cellules terminales, les plus jeunes et les moins pigmentées, manifestent une altération; les cellules plus âgées, dont les plastes sont bien organisés et fortement teintés, laissent fuser leur phycoérythrine dans le suc cellulaire et prennent

une teinte rose uniforme; puis la matière colorante se condense en petites plaquettes d'aspect faussement cristallin de couleur rouge vif qui disparaissent peu à peu; ce n'est qu'après plusieurs jours que la décoloration est complète.

Les mêmes observations ont été faites sur des germinations de *Naccaria Wiggii*, *Halarachnion ligulatum*, *Bonnemaisonia asparagoides* et *Griffithsia corallina*. Il y a toujours arrêt du développement et l'altération cellulaire se manifeste d'abord sur les éléments jeunes et ensuite sur les éléments plus âgés. Les articles plurinucléés de germinations de *Griffithsia* âgées d'un mois, après une exposition de 10 minutes, montrent, dès le lendemain, une diffusion de la phycoérythrine dans le suc cellulaire de la grande vacuole centrale.

Le rayonnement de la lampe provoque un échauffement de l'eau dont la température peut s'élever de 5 à 6° après 15 minutes. Cet échauffement est insuffisant pour provoquer les modifications constatées; j'ai vérifié, en effet, que la plupart des spores pouvaient supporter sans dommage une température de 30° pendant 1 heure.

Les rayons ultraviolets sont donc seuls en cause. Ils arrêtent toute manifestation vitale, mouvement, croissance, et ils altèrent la matière vivante. Cette altération ne se manifeste pas immédiatement; elle n'apparaît qu'après un temps variable avec la durée d'exposition dont le minimum paraît être de 5 minutes dans les conditions où j'ai opéré. Elle est rendue visible par la disparition des pigments; dans les spores, teintées uniformément et dépourvues de vacuoles, la phycoérythrine disparaît graduellement, le contenu devient verdâtre puis blanchâtre et la désagrégation commence; dans les cellules issues de germination les érythroplastes se déforment, la matière colorante se répand dans le suc cellulaire des vacuoles, se condense en petits granules d'aspect cristallin et disparaît finalement. Cette destruction des pigments, qui s'observe également à la suite d'un traumatisme quelconque, n'est pas provoquée directement par les rayons ultraviolets (ils ne décolorent pas une solution de phycoérythrine dans l'eau distillée); elle est la conséquence d'une altération de la matière vivante par ces rayons.

GÉNÉTIQUE. — *Caractères de quelques hybrides de Betteraves.*
Note de MM. **H. Colin** et **E. Bougy**, présentée par M. Blaringhem.

Entre Betteraves sucrières et fourragères typiques, il y a, comme on sait, des différences chimiques très accusées : les premières ont, notamment, plus de matière sèche, plus de sucre, moins de cendres. Ces différences sont précisément celles que l'on relève, sur une même Betterave, entre les anneaux vasculaires et les parenchymes interstitiels. [Payen (1), Geschwind (2), Colin (3)]; de fait, les souches de sucrières sont toujours plus richement vascularisées.

Quelle est la physionomie des hybrides résultant du croisement de ces deux sortes de Betteraves?

Suivant Jacques de Vilmorin (4), la Betterave sucrière, telle que nous la possédons, se montre *récessive* quant à la plupart de ses caractères, le poids excepté. Munerati (*Ac. dei Lincei*, Rome, 1920, p. 63, 80, 112) affirme, lui aussi, que le croisement diminue beaucoup la teneur en sucre et que le type sauvage domine presque toujours le type cultivé. Dans les hybrides de sucrières et de fourragères, Kajanus (5) n'a trouvé que 5,1 pour 100 de sucre en moyenne, ce qui est fort peu; l'hybride de *B. maritima* et de *B. trigyna* est, d'après Tschermack (6), intermédiaire, du point de vue richesse, entre les deux parents.

Voici les premiers résultats des expériences d'hybridations de Betteraves que nous poursuivons depuis plusieurs années. La technique adoptée est la suivante. Vers l'époque de la floraison, on choisit sur la Betterave mère, un rameau convenable qu'on isole, par un manchon de papier parchemin, sur une partie de sa longueur. On retient, sur ce trajet, une vingtaine de beaux glomérules dont seules les fleurs centrales seront utilisées; les fleurs latérales, d'ordinaire moins développées, sont supprimées. L'ablation des éta-

---

(1) Payen, *Comptes rendus*, 24, 1847, p. 909 et 985.
(2) Geschwind, *Bull. Chim. Sucr.*, 18, 1901, p. 785.
(3) Colin, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 2124, et 180, 1925, p. 599.
(4) J. de Vilmorin, *L'hérédité chez la Betterave cultivée*, Paris, Gauthier-Villars, 1923, p. 114.
(5) Kajanus, *Zeits. f. Vererbungslehre*, 6, 1912, p. 137.
(6) Tschermack, *Verh. d. V Kongresses f. Vererbungsw.*, Berlin, 1927, 2, p. 1495.

mines se fait au fur et à mesure que les fleurs sont sur le point de s'ouvrir; la pollinisation suit, à quelques jours d'intervalle, le stigmate une fois épanoui.

On a croisé de la sorte la géante jaune de Vauriac et la sucrière de Vilmorin A, dont les souches nous ont été gracieusement offertes par les Établissements de Vilmorin. L'analyse des racines obtenues l'année suivante a donné les résultats ci-dessous, rapportés à 100 de pulpe fraîche.

Graines hybrides 1927, *souches* 1928.

	Nombre de souches analysées.	Moyennes. Poids des souches.	Réducteur.	Saccharose.
Vilmorin A	3	530 g	0,67	17,06
Vauriac	4	680	0,36	7,44
Vauriac × Vilmorin A	23	450	0,45	15,11
Vilmorin A. × Vauriac	6	487	0,41	13,89

Graines hybrides 1928, *souches* 1929.

	Nombre de souches analysées.	Moyennes. Poids des souches.	Matière sèche.	Cendres.	Sucre.	Anneaux vasculaires.
Vilmorin A	4	391 g	23,5	0,47	18,52	6,2
Vauriac	4	591	12,2	1	7,93	3,8
Vauriac × Vilmorin A	5	505	22,4	0,46	18,27	6
Vilmorin A. × Vauriac	5	420	21,8	0,53	16,33	5,5

Le caractère sucre s'affirme nettement dans ces hybrides, en particulier dans les produits Vauriac × Vilmorin A; la matière sèche et les cendres se comportent comme la richesse saccharine; quant à la structure, elle se rapproche de celle des sucrières, ainsi qu'on le voit d'après le nombre des anneaux vasculaires.

Plusieurs autres croisements ont été effectués, notamment en 1927, entre *B. maritima* et de Vilmorin A; les racines obtenues en 1928 pesaient en moyenne 550g et avaient une teneur en sucre de 16,59 contre 11,24 chez les témoins *maritima*.

PHYSIOLOGIE. — *Est-il possible de produire du rachitisme expérimental chez le Cobaye?* Note de Mme **L. Randoin** et M. **R. Lecoq**, présentée par M. P. Viala.

Il est admis que chacune des petites espèces animales utilisées pour les recherches sur les avitaminoses, présente une sensibilité particulière qui la fait choisir de préférence à toute autre pour la production de symptômes bien définis : le Cobaye pour les lésions du scorbut, le jeune Rat pour les lésions du rachitisme, le Pigeon pour les crises de polynévrite, etc.

Cependant si, en règle générale, le Cobaye est employé pour l'étude des accidents scorbutiques, et le jeune Rat pour l'étude du rachitisme, on peut imaginer l'intérêt qu'il y aurait à produire, avec des moyens distincts et appropriés, mais *sur la même espèce animale*, ces affections qui, toutes deux, consistent en des troubles importants de l'ossification. Ainsi saisirait-on mieux la nature du scorbut et celle du rachitisme, et en établirait-on avec plus de précision les différences essentielles.

Cette espèce animale unique ne peut être le jeune Rat. Celui-ci, en effet, est considéré comme étant réfractaire au développement du scorbut, parce qu'il serait capable de synthétiser la vitamine antiscorbutique. Mais le Cobaye pourrait peut-être manifester les lésions du rachitisme. Ce fait, qui n'a pas été élucidé jusqu'à présent, méritait à notre avis d'être étudié.

Technique. — Nous avons constitué différents régimes comportant exclusivement une carence de vitamine antirachitique et un déséquilibre phosphocalcique important.

Nous avons pris, comme base de régime, la *ration rachitigène* RL que nous avons préconisée pour le Rat en 1927 (1). Nous l'avons modifiée de plusieurs manières pour l'adapter aux besoins très spéciaux du Cobaye, en substituant notamment l'amidon de maïs au saccharose et aussi — modification essentielle — en introduisant, tantôt *un excès de phosphore*, et tantôt *un très grand excès de calcium*, ce dernier corps devant normalement entrer en assez fortes proportions dans l'alimentation du Cobaye.

Nous ne mentionnons ici que les plus typiques des régimes utilisés. Ces régimes ont été donnés à de très jeunes Cobayes pesant de 125 à 180g.

(1) Mme L. Randoin et R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, 97, 1927, p. 1277.

	Rations carencées en calcium et trop riches en phosphore.		Rations carencées en phosphore et trop riches en calcium.	
	N° 16.	N° 18.	N° 20.	N° 22.
Peptone de viande	17	17	17	17
Levure de bière sèche	3	3	3	3
Graisse de beurre	5,5	5,5	5	5
Amidon de maïs	64	64	59	62,5
Chlorure de sodium	1,5	1,5	1,5	1,5
Lactate de calcium	–	–	10	–
Phosphate bipotassique cristallisé	5	–	–	–
Phosphate disodique cristallisé	–	5	–	–
Mélange salin Y 16 (¹)	2	2	–	–
Mélange salin Z 84 (²)	–	–	2,5	9
Papier filtre (³)	2	2	2	2
Jus de citron frais (par animal et par jour).	2^{cm^3}	2^{cm^3}	2^{cm^3}	2^{cm^3}

Résultats. — Les jeunes Cobayes ainsi alimentés prennent du poids, sauf toutefois ceux qui reçoivent le régime n° 16. Au toucher, le squelette des sujets semble mou, peu ossifié; l'abdomen est parfois gonflé, flasque, ce qui fait songer à un rachitisme fruste. *Mais la radiographie ne montre, en aucun cas, l'élargissement anormal typique de la zone cartilagineuse des os longs.*

Tous les animaux, sans exception, meurent brusquement, souvent en moins d'une heure. A l'autopsie, on n'observe jamais de lésions rachitiques vraies.

Nous avons constitué alors une ration moins fortement rachitigène, c'est-à-dire moins déséquilibrée au point de vue du rapport $\frac{Ca}{P}$ (*régime* n° 24),

(¹) La composition du mélange salin Y 16 est la suivante : chlorure de sodium, 85; carbonate de soude anhydre 85; carbonate de magnésie. 28,6; citrate ferrique, 10; iodure de potassium, 0,020; sulfate de manganèse, 0,078; fluorure de sodium, 0,240; alun de potassium calciné, 0,024.

(²) La composition du mélange salin Z 84 est la suivante : chlorure de sodium, 85; carbonate de soude anhydre, 85; carbonate de magnésie, 28,6; *lactate de calcium*, 200; citrate ferrique, 10; iodure de potassium, 0,020; sulfate de manganèse, 0,078; fluorure de sodium, 0,240; alun de potassium calciné, 0,024.

(³) Le mélange de peptone, amidon de maïs, sels minéraux et papier filtre, additionné de la quantité d'eau nécessaire, est porté à l'ébullition durant 10 à 15 minutes; la graisse de beurre et la levure de bière sont ajoutées après refroidissement partiel.

Peptone de viande........	17	Chlorure de sodium......	2
Levure de bière..........	3	*Lactate de calcium*......	5
Graisse de beurre........	5	Mélange salin Z 84........	5
Amidon de maïs..........	60	Papier filtre.............	3

Jus de citron (par animal et par jour).............. 2^{cm^3}

Mais ce régime, qui permet évidemment une meilleure croissance et une très longue survie, n'est pas davantage producteur de lésions rachitiques.

Considérant l'aspect extérieur des animaux, nous avions provisoirement admis la possibilité d'obtenir, chez le Cobaye, une sorte de rachitisme fruste, sans lésions vraies. Mais lorsque, pour compléter nos régimes rachitigènes, nous les avons additionnés d'une bonne source de vitamine antirachitique (huile de foie de morue ou ergostérol irradié), *nous n'avons obtenu aucune amélioration.*

Conclusions. — I. Le jeune Cobaye, tout spécialement sensible à une carence de vitamine antiscorbutique, ne semble pas réagir à un défaut exclusif de vitamine antirachitique; *il ne présente pas de lésions rachitiques vraies.*

II. Mais cet animal ne supporte pas un important déséquilibre phosphocalcique : *au bout d'un certain temps, il meurt brusquement, et l'introduction de la vitamine antirachitique dans son régime ainsi déséquilibré, n'empêche pas l'issue fatale.*

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Neutralisation de la toxicité de divers poisons par le thorium X.* Note de MM. **Averseng**, **Jaloustre** et **Maurin**, présentée par L. Mangin.

Billard et ses élèves ont montré qu'il était possible, dans certains cas, de protéger l'organisme contre divers poisons en utilisant des substances non spécifiques, n'ayant aucun rôle antidotique direct. A cette protection Billard donna le nom de phylaxie non spécifique.

Nous nous sommes demandé, au cours des recherches que nous poursuivons depuis plusieurs années sur l'action du thorium X, si cet agent ne serait pas capable de provoquer, lui aussi, une phylaxie efficace vis-à-vis de certains toxiques.

C'est le cobaye qui nous a servi surtout d'animal d'expérience, mais dans certains cas, nous nous sommes adressés aux poissons et même aux grains

de képhir, constitués comme on le sait, par la symbiose d'une levure et d'un bacille. Quant aux toxiques, nous avons utilisé le sulfate de spartéine, la picrotoxine, le cyanure de potassium et les toxines microbiennes.

D'expériences plusieurs fois renouvelées, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1. Le thorium X injecté à des cobayes de 400 à 600^g à la dose de 5 à 10^γ, cinq minutes avant l'injection d'une dose mortelle de sulfate de spartéine non seulement assure la survie de l'animal dans la presque totalité des cas (4 fois sur 5) mais, en outre, restreint les symptômes habituels d'intoxication à quelques légers tremblements, ou à une incoordination des mouvements à peine marquée.

2. Des poissons de même race et de même poids soumis à une dose toxique de picrotoxine ont parfaitement résisté à l'action de ce poison, par addition préalable dans leur bocal de 100^γ de thorium X. Au contraire, les poissons témoins sont morts après 36 heures d'immersion dans la solution toxique de picrotoxine.

3. Dans les mêmes conditions, des poissons immergés dans une solution à 2 pour 100 de cyanure de potassium additionnée par avance de 100^γ de thorium ont eu une survie de 30 minutes, tandis que les poissons témoins mouraient en 10 minutes.

4. Des grains de képhir placés dans un milieu favorable à leur développement, additionné de 1^{mg} de picrotoxine, ont résisté à l'action de ce toxique en ajoutant au préalable 10^γ de thorium X, tandis qu'au contraire, dans les flacons témoins, toute végétation s'arrêtait.

5. Enfin, vis-à-vis d'une toxine tétanique délivré par l'Institut Pasteur de Paris, les cobayes protégés par 10^γ de thorium X ont eu une survie de 24 à 48 heures sur les animaux témoins, manifestant ainsi l'action utile de l'agent radioactif.

Il semble donc que le thorium X, soit par sa radioactivité, soit par ses ions métalliques, est capable d'exercer chez l'animal ou le végétal une phylaxie plus ou moins efficace vis-à-vis de poisons variés et dont certains se classent parmi les plus redoutables.

S'agit-il d'un antidotisme vrai, ou le mécanisme de cette neutralisation est-il plus complexe ? Il est très difficile de l'interpréter et l'on ne peut recourir qu'à des hypothèses. Quoi qu'il en soit, il est assez curieux de constater qu'en faisant varier le poison et l'organisme mis en expérience, animal ou végétal, on retrouve toujours le même pouvoir anagotoxique du thorium X, pour employer l'expression de Billard.

On comprend tout l'intérêt que comportent de tels résultats aussi bien dans le domaine de la biologie pure que dans les intoxications pathologiques ou autres.

Nous allons, si possible, essayer d'étendre par de nouvelles recherches ce rayon d'action du thorium X.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Modifications du milieu intérieur des poissons potamotoques au cours de la reproduction.* Note de M. **Fontaine**, présentée par M. L. Joubin.

Les poissons étudiés à ce point de vue ont été l'alose commune et la lamproie marine. Ces poissons, au moment où ils remontent les fleuves (mars-avril), sont en bon état physiologique. Arrivés sur les frayères, ils s'y reproduisent et, en même temps, maigrissent considérablement. A la fin de la période de reproduction, quelques individus semblent réussir à regagner le milieu marin, mais un grand nombre succombe. Nous avons étudié le milieu intérieur de ces poissons au moment de la montée, en avril, puis à la fin de la période de reproduction (fin juin et début de juillet). Les déterminations ont porté sur le sérum obtenu par centrifugation du sang défibriné. Les principaux résultats obtenus sont réunis dans les tableaux ci-après.

Les conclusions seront donc les suivantes :

I. La pression osmotique du sang, au cours de la période du frai, diminue dans de fortes proportions et cette diminution est en général d'autant plus forte que le poisson est en moins bon état.

Greene avait déjà remarqué que le point de congélation du sang de saumon pêché sur la frayère même était plus élevé que celui du sang de saumon pêché avant l'arrivée du poisson sur les lieux de ponte [1]. Il semble donc bien que la diminution dans de fortes proportions de la concentration moléculaire du sang au cours de la reproduction se produise chez tous les poissons potamotoques.

II. On constate, chez tous les sujets étudiés, une diminution de la teneur en Cl supérieure à celle de la pression osmotique si bien que le rapport $\frac{\text{pression osmotique due au Cl}}{\text{pression osmotique totale}}$ est diminué, et notamment chez les aloses, dans de très fortes proportions. Une seule exception semble exister avec la lam-

(1) Greene, *Physiological studies of the chinook salmon* (*Bulletin of the Bureau of Fisheries*, 24, 1904, p. 431-456).

proie n° 1. Mais, si l'on se reporte au point de congélation de son sang, on constate que celui-ci traduit une diminution de la concentration moléculaire d'environ 12 pour 100 alors que tous les autres poissons étudiés fin juin et début de juillet présentaient une diminution de la concentration moléculaire de leur sang de plus de 20 pour 100 par rapport aux mesures effectuées en avril. Le déséquilibre minéral que traduit la diminution du rapport $\frac{\text{pression osmotique due au Cl}}{\text{pression osmotique totale}}$ se produirait donc seulement quand la diminution de la concentration moléculaire atteint environ 20 pour 100. A ce moment alors, il n'y aurait plus simple dilution du milieu intérieur, mais modification des rapports existant entre ses divers constituants.

Aloses.

I. — Avril.

	Δ sérum.	Cl en Na Cl par litre de sérum.	Pression osmot. due au Cl / Pression osmot. totale
Moyenne de 4 mesures (¹)........	−0°,78 (−0°,76−0°,79)	9g,30 (8g,91−9g,78)	0,71 (0,68−0,74)

II. — Fin juin-juillet.

Sexe.	État de l'animal.	Δ sérum.	Cl en Na Cl par litre de sérum.	Pression osmot. due au Cl / Pression osmot. totale
♂	très amaigri...............	−0°,53	1g,61	0,19
♂	id.	−0,52	1,75	0,21
♀	id.	−0,59	2,19	0,22
♂	plus vigoureux............	−0,60	3,35	0,33
♀	très maigre, ponte complètement terminée..........	−0,53	1,97	0,22
♀	en bon état, encore beaucoup d'œufs.............	−0,59	5,47	0,56

Lamproies.

I. — Avril.

	Δ sérum.	Cl en Na Cl par litre de sérum.	Pression osmot. due au Cl / Pression osmot. totale
Moyenne de 4 mesures (*)........	−0°,54 (−0°,52−0°,56)	6g,96 (6g,86−7g,00)	0,77 (0,75−0,80)

II. — Fin juin-juillet.

	Sexe.	État de l'animal.	Δ sérum.	Cl en Na Cl par litre de sérum.	Pression osmot. due au Cl / Pression osmot. totale
I.	♂	encore bon............	−0°,47	6g,06	0,76
II.	♀	mauvais...............	−0,41	5,03	0,73
III.	♂	très mauvais..........	−0,25	2,26	0,56

(*) Nous n'avons pas constaté de différences sensibles suivant les sexes. Entre parenthèses se trouvent les chiffres extrêmes.

MICROBIOLOGIE. — *Utilisation des microbes dans la lutte contre la pyrale du maïs.* Note [1] de MM. **S. Metalnikov**, **B. Hergula** et Miss **Strail**, présentée par M. Roux.

Dans une série de travaux entrepris avec Chorine, nous avons décrit plusieurs microbes sporogènes que nous avons isolés de différents insectes malades ou morts : *Galleria mellonella*, *Pyrausta nubilalis*, *Ephestia kuhniella*, etc. [2].

Les microbes les plus virulents furent isolés des chenilles de *Pyrausta* et d'*Ephestia*. Nous donnons ci-dessous la liste des microbes que nous possédons actuellement :

I. *B. galleria* n° 2 ;
II. *B. canadensis;*
III. *B. Cazaubon;*
IV. *B. B. pyrenei;*
V. *B. thuringiensis* (d'*Ephestia*).

Tous ces microbes se présentent sous forme de grands bâtonnets (Gram positif) qui produisent des spores très résistantes.

Nous avons fait une grande quantité d'expériences sur les chenilles de *Pyrausta*, Elles ont toutes démontré que les chenilles s'infectent très facilement *peros* et meurent en 24-28 heures. Les souches les plus virulentes ont provoqué la mort en 12-15 heures.

Au printemps dernier nous avons entrepris des travaux sur des champs de maïs, à Zagreb (Yougoslavie). Les champs d'expérience étaient ensemencés avec les espèces « Dent de Cheval » et « Hrwatica » cultivées en Yougoslavie.

Les expériences furent faites aux mois de juin et juillet.

---

(1) Séance du 20 octobre 1930.

(2) Metalnikov et Chorine, *Étude sur l'immunité naturelle et acquise de* Pyrausta nubilalis (*Ann. Inst. Pasteur*, 44, 1930, p. 237); *Utilisation des microbes contre la pyrale du Maïs* (*Ibid.*, 43, 1929, p. 1391).

Nous avons préparé nos cultures dans de grandes boîtes de Roux, sur gélose ordinaire et sur gélose à pomme de terre (qui constitue un milieu excellent).

4-10 jours après l'ensemencement la couche épaisse de microbes de chaque boite était raclée et émulsionnée dans 100^{cm^3} d'eau stérile. En faisant dessécher ces émulsions à l'étuve à 37-40° nous avons préparé des spores en poudre.

Les émulsions et les poudres furent pulvérisées sur les plantes au moyen de pulvérisateurs spéciaux. 1-3 jours après cette opération nous avons infecté les plantes traitées avec des petites chenilles de pyrales du Maïs. Nous en avons placé 30 sur chaque plante et autant sur chaque plante-contrôle.

Lorsque le temps était incertain nous faisions l'infection 5 à 10 heures après la pulvérisation. Les résultats de ces expériences furent relevés à la fin du mois d'août.

Chaque plante fut soigneusement examinée et la quantité de chenilles trouvées dans les tiges fut comptée.

Nous donnons ci-dessous quelques-unes de nos expériences.

	Microbes.	Nombre de plantes traitées.	Nombre de plantes infectées.	Nombre de chenilles trouvées sur les plantes infectées.
I.	*B. Cazaubon* (émulsion)	26	1	1
II.	*B. thuring* (émulsion	27	5	5
III.	*B. pyrenei* (émulsion)	58	14	24
IV.	Mélange de cultures (émulsion)	59	6	9
V.	*B. Cazaubon* (en poudre)	10	1	1
VI.	*B. galleriæ* (en poudre)	10	3	4
VII.	Mélange de cultures (en poudre)	27	1	2
	Total	217	31	46
VIII.	Contrôle	50	48	274
IX.	Contrôle	50	43	187
	Total	100	91	461

Ainsi, sur 217 plantes traitées, nous n'en avons observé que 31 d'infectées dans lesquelles 46 chenilles furent trouvées, alors que sur 100 plantes de contrôle il y en eut 91 d'infectées et 461 chenilles trouvées.

Malheureusement le temps fut très défavorable au moment où nous

fîmes nos expériences. Plusieurs d'entre elles furent très compromises par les pluies et les orages.

Néanmoins toute une série d'expériences a bien réussi et donné des résultats très satisfaisants qui nous permettent d'espérer que le problème de l'utilisation des microbes dans la lutte contre la pyrale du maïs pourra être heureusement résolu.

La séance est levée à $15^h 25^m$.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 NOVEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *L'Institut technologique de I. Porro.* Note de M. **Bigourdan**.

Cet établissement, à la fois scientifique et industriel, est ancien déjà et bien oublié, mais il eut en son temps quelque réputation. Il fut fondé vers 1850 par I. Porro ([1]), italien d'origine, et se trouvait installé à ce qu'on appelait alors la *barrière d'Enfer*.

On trouve fort peu de renseignements sur ce « parc », et pour cette raison il paraît utile d'indiquer ce que l'on peut extraire d'un journal populaire ([2]) aujourd'hui rare : ce sera peut-être pour d'autres l'occasion de compléter les renseignements, mais nous ne pouvons nous porter garant de tout ce que dit le chroniqueur qui n'est pas désigné.

Cet Institut consistait en un « parc astronomique » créé à l'instar d'un

---

([1]) Ignazio Porro échelonne ses publications de 1840 à 1871 et d'abord s'occupe d'un baromètre portatif. Il s'occupe ensuite (1845) de fortifications, puis vient en France : il était alors « officier supérieur du génie piémontais ». De 1849 à 1864 il perfectionne les oculaires, les instruments de nivellement, de mesure facile des distances (tachéométrie) et s'occupe de moteurs hydrauliques. Pour la mesure des bases, il construit un appareil nouveau loué par Largeteau (*Comptes rendus*, 30, p. 550; 31, p. 232). Il se porte ensuite sur l'optique pratique et annonce des modifications avantageuses aux méthodes pour exécuter les grandes surfaces, mais un rapport de Sénarmont (*Comptes rendus*, 48, p. 453) constate son insuccès : dès lors, il abandonne les *Comptes rendus* et publie en italien.

([2]) *Le Musée des Sciences*, t. I-IV, 1856-1860, Paris, in-4°; dans le tome I, p. 252....

parc d'artillerie et avait pour but de faire progresser la science par le moyen de l'observation.

Instruments. — En 1856, lors de l'éclipse de Lune du 13 octobre, l'installation des instruments n'était pas encore complète; ces instruments devaient servir l'astronomie, la géodésie, la marine et le génie militaire. Voici l'indication des principaux :

1. Un *équatorial* de Porro, de $0^m,24$ d'ouverture et de $4^m,40$ de distance focale, abrité par une coupole : c'est celui commandé par Le Verrier en 1852 et qui devait être installé dans les jardins de l'École Normale : il n'a jamais fonctionné.

2. Une *grande lunette* (AB) de $0^m,52$ d'ouverture et 15^m de long, entraînée par un mécanisme provisoire; elle pivotait tout entière autour de l'oculaire, de sorte que l'observateur était comme dans un fauteuil. L'instrument était sans doute en plein vent. Cette lunette fonctionnait comme équatorial, mais pouvait aussi à tout instant être placée rigoureusement dans le méridien, et fonctionner comme une lunette méridienne de haute précision.

L'objectif, travaillé par Porro [1], avait un crown de Maës, directeur de la cristallerie de Clichy; son flint avait été obtenu depuis longtemps par Guinand fils, de Soleure. Il montrait les petites étoiles inférieures à la 20e grandeur; il dédoublait nettement deux étoiles artificielles de $0'',2$ de diamètre placées à moins de $1''$ l'une de l'autre. En 1856 des épreuves photographiques de l'éclipse lunaire du 12 octobre furent obtenues par Bertsch; Bulard y fit des dessins coloriés de la Lune (*Comptes rendus*, 43, p. 850).

Cet objectif, dit Le Verrier (*Comptes rendus*, 44, p. 1293), a provoqué la publication d'un grand nombre d'articles *élogieux* « dans des recueils français et étrangers »; il a voulu le voir et on lui a répondu « que l'objectif n'était point encore digne d'être présenté ». En effet, dit aussitôt de Sénarmont (*Comptes rendus*, 44, p. 1294), Porro lui attribue « des qualités exceptionnelles », mais a signalé « de légères imperfections ». Cependant Porro venait d'annoncer la découverte (*Comptes rendus*, 44, p. 1031) avec cette lunette « d'une nouvelle étoile dans le quadrilatère de la nébuleuse d'Orion » et le P. Secchi confirma immédiatement cette découverte.

Très peu après, Faye (*Comptes rendus*, 46, p. 17) fait un grand éloge des

---

[1] Au lieu de tailler les verres avec des bassins de courbure fixe et uniforme, Porro les travaillait mécaniquement à l'aide d'une machine simple et de son invention, où le rayon variait par degrés insensibles grâce au polyoptomètre, aussi de son invention. Nous avons dit l'insuccès de cette méthode.

dessins lunaires coloriés obtenus avec cet objectif par Bulard avec « un vrai talent d'artiste » et il loue beaucoup (*Comptes rendus*, 46, p. 507) les épreuves photographiques de l'éclipse de Soleil du 15 mars 1858, obtenues avec la lunette qui « est de beaucoup la plus grande qui existe dans le monde entier ». Les temps de ces épreuves étaient marqués par Robert, enregistrés par Digney, et les observations astronomiques étaient faites par Butillon.

Quelques jours après (*Comptes rendus*, 46, p. 705), Faye décrit cette grande lunette, présente les belles photographies de taches solaires qu'elle a données et émet le vœu que l'on fasse ainsi jour par jour l'histoire du Soleil, comme il le proposait déjà en 1849 (*Comptes rendus*, 28, p. 241), mais son appel ne fut pas entendu.

3. *Une lunette zénithale* (E) de 2^{m} désignée à l'anglaise par Porro *Direct-zenith-tube* par opposition au *Reflex-zenith-tube* d'Airy qu'elle remplaçait avantageusement; elle était abritée par un cabinet en planches.

4. Une *lunette d'essai* de 4^{m}.

5. Un *chercheur* (M) de comètes.

L'astronome Bulard [1] et le photographe Bertsch [2] étaient attachés à l'établissement. Bertsch, avec son collodion, avait obtenu des épreuves solaires de $0^{m},15$ de diamètre, l'une en 15 secondes, d'autres en 20 ou 25, alors que pour le P. Secchi à Rome il fallait 40 à 50 fois plus de temps.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la systématique des Saturnioïdes de la famille des Hémileucides*. Note de M. **E.-L. Bouvier**.

Les Hétérocères de la famille des Hémileucides constituent le groupe le plus riche et le plus varié de la superfamille des Saturnioïdes; ils furent longtemps très insuffisamment étudiés et les genres qu'on y avait établis brillaient davantage par leur nombre que par leur précision. Pour mettre un peu d'ordre scientifique dans ce désordre, je me suis livré à une longue série de recherches dont les premiers résultats ont trouvé place ici même (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 817, et 189, 1929, p. 603) et les derniers dans le volume 4 du *Bulletin of the Hill Museum*, 1930, où ils ont pris la

---

(1) Bulard devint directeur de l'Observatoire d'Alger; Arago s'était déjà intéressé à ses travaux et les signala dès 1848 et 1849.

(2) Bertsch avait doté l'art photographique d'un collodion spécial de sensibilité bien supérieure à tout ce que l'on connaissait alors.

forme condensée d'un tableau synoptique (p. 12-15). C'étaient là des travaux d'approche, perfectibles plutôt que parfaits, la présente Note apportera, je l'espère, une sérieuse amélioration à ce tableau.

Le mérite d'avoir réuni ces Papillons en un groupe revient à l'entomologiste A.-R. Grote qui, en 1865, de concert avec C.-E. Robinson (*Ann. Lyc. Nat. Hist. N.-Y.*, 8, p. 376), les envisagea sous le nom d'*Hemileucini*, comme une tribu des Cératocampidés et, en 1895 (*Canad. ent.*, p. 263), érigea la tribu en famille indépendante. Le malheur voulut qu'une observation juste incita Grote à dissocier lui-même, l'année suivante (*Verh. deutsch. Ges. Naturf. ü Aerzte*, *Ver.*, 68, 1896, p. 197-203), le groupe naturel qu'il avait si heureusement établi. Cette observation portait sur la nervulation des ailes antérieures qui, chez la plupart des Hémileucides, se distingue par la réduction extrême ou l'atrophie complète de D^1 (segment de la transverse discale compris entre la première médiane et le pédoncule des radiales), tandis que cette portion de la transverse, chez les autres, rappelle les Saturnidés par son développement en longueur. Partant de ce caractère, et de celui-là seul, Grote rattacha aux Saturnidés les formes à nervulation saturnidienne, *Hemileuca*, *Pseudohazis*, *Euleucophæus* et tous les autres à la famille des Cératocampides. Il détruisait lui-même, malgré les critiques de Dyar, l'œuvre qu'il avait édifiée. C'est une erreur analogue qu'ont commise les Comstock dans leur *Manual of the Study of Insects* en séparant les *Coloradia* des autres Hémileucides pour les joindre aux Saturnidés.

A l'origine des erreurs se trouve fréquemment une vérité : excellents entomologistes, Grote et les Comstock avaient senti qu'un certain nombre d'Hémileucides se distinguent franchement des autres, mais donné une interprétation abusive de ces différences. En fait les *Hemileuca*, *Pseudohazis*, *Euleucophæus* et *Coloradia* sont, par leur structure larvaire, de francs Hémileucidiens qui s'éloignent des Saturnides et se rapprochent plutôt des Cératocampidés par la présence d'une seconde nervure anale aux ailes postérieures. Ce caractère primitif les distingue également de tous les autres Hémileucides, et l'on doit en dire autant de la réduction extrême des palpes, qui ne sont pas visibles et en saillie comme dans le reste de la famille (¹). Par là se manifeste, chez les Hémileucides, deux types structu-

(¹) D'après les observations que j'ai faites, les palpes sont très courts et soudés à la lèvre inférieure dans *Hemileuca maïa* Drury et absolument nuls dans *Euleucophæus mania* Druce. Ils sont invisibles dans les *Coloradia* et dans *Euleucophæus norba* Druce; pourtant, dans une femelle de cette dernière espèce, je les ai vus saillants et triarticulés. Faute de spécimens assez nombreux, je n'ai pu étendre cette observation.

raux, correspondant à deux sections spéciales que l'on pourra nommer section des *Monophlebiæ* et des *Diphlebiæ* selon qu'on observe, chez leurs représentants, une ou deux nervures anales aux ailes de la seconde paire.

Outre leurs caractères primordiaux tirés des anales et des palpes, les *Diphlébiens* présentent en commun plusieurs caractères moins particuliers : des claspers inermes et relativement mobiles sur le neuvième segment abdominal, l'atrophie presque complète ou totale des épiphyses, une taille médiocre et, aux ailes antérieures, une aire médiane à limites latérales bien nettes et élargie antérieurement. Ils sont localisés dans l'Amérique du Nord où ils constituent un petit groupe réduit aux quatre genres précités. Abstraction faite du prétendu genre *Meroleuca*, sur lequel nous reviendrons plus loin, ce groupe correspond exactement à la tribu des Hémileuciicés que j'avais cru devoir établir dans le tableau signalé au début de cette Note.

Tous les autres Hémileucides se rangent dans la section des *Monophlébiens* qui est presque tout entière localisée dans l'Amérique tropicale ; ils représentent l'immense majorité de la famille et, dans mon travail du Hill Museum, ont été répartis entre quatre sous-familles, Molippinés, Automérinés, Dirphiinés et Périginés, d'après la structure des claspers ou pince sexuelle du mâle. De ces quatre sous-familles, la première est incontestablement naturelle, la deuxième et la troisième le sont également mais réclament des retouches, la dernière est sujette à caution parce que composée de formes en apparence assez dissemblables.

Je ne m'occuperai ici que d'une seule sous-famille, celle des *Dirphiinæ*, où devient nécessaire une retouche profonde, la disparition complète de la tribu des Hémileuciicés. Comme on l'a vu plus haut, quatre des cinq genres qui formaient cette tribu ont été réunis pour constituer une section spéciale dans la famille, la section des Diphlébiens ; nous restons par suite en présence du cinquième genre, *Meroleuca* Pack., mais il ne sera pas difficile d'établir que ce genre doit disparaître pour être identifié avec les *Dirphia*. Le prétendu genre *Meroleuca*, en effet, était représenté jusqu'ici par une seule espèce M. *venosa* Walk. dont une variété, décrite sous le nom de *nigra* Dognin, est remarquable par l'aptérisme des femelles. Or ces deux formes, abstraction faite de l'aptérisme, ressemblent étrangement par leurs ailes et les nervures noires de ces ailes aux espèces de *Dirphia* du groupe *litura* Walk. et particulièrement à l'espèce *lituroïdes* Bouv. dont j'ai décrit et figuré la femelle en 1929 (*Ann. Sc. nat. Zool.*, 10e série, 12, p. 320, pl. I,

fig. 3) et le mâle en 1930 dans mon travail du Hill Museum (p. 63, pl. VI, fig. 2). Comme *venosa* cette espèce est remarquable par ses antennes noires et l'atrophie complète de l'épiphyse des tibias antérieurs; on la distingue d'ailleurs de *venosa* aux franges internervulaires jaunâtres de ses ailes, aux anneaux alternativement noirs et jaunâtres de l'abdomen, à l'atrophie presque complète des taches claires qui, chez *venosa*, forment une série en dehors de la rayure externe. Un peu plus éloigné de *venosa* est le *Dirphia naïas* Bouv. dont les antennes sont brun jaunâtre et les tibias antérieurs déjà munis d'une épiphyse; plus éloigné encore est le *Dirphia litura* qui a une forte épiphyse, dont les antennes sont franchement jaunâtres, dont la taille, enfin, est beaucoup plus grande. Dans le groupe *litura*, il y a toute une série de formes très voisines, évidemment congénériques, où les claspers inermes, constitués surtout par leurs lobes moyen et ventral, sont assez mobiles sur le segment qui les porte et semblables en ce point aux claspers des Diphlébiens, ce qui m'avait conduit, de même que l'absence d'épiphyse, à ranger *Meroleuca* aux côtés des *Hemileuca*, *Pseudohazis*, *Euleucophæus* et *Coloradia*, dans la tribu des Hémileuciicés. En fait, *Meroleuca venosa* est un pur *Dirphia*, très voisin de *lituroïdes* qui est, comme lui, dépourvu d'épiphyse tibiale. L'identité générique de ces espèces est si grande que, dans mon travail du Hill Museum, j'ai décrit et figuré (64, pl. VI, fig. 3) sous le nom de *Dirphia bogotana* une forme à bouquet anal très rouge du *venosa nigra*.

Ainsi réduite, la sous-famille des Diphiinés diffère des autres Hémileucides monophlébiens par ses claspers inermes et la variété ou l'atrophie de ses taches discales qui ne sont jamais ocelliformes. On en trouvera l'exposé synoptique aux pages 14 et 15 de mon travail du Hill Museum, où j'ai rapproché provisoirement des espèces à antennes bipectinées le *Cinommata bistrigata* Butler, dont l'armature génitale est inconnue.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur l'utilisation de l'énergie thermique de la mer.* Note de M. **Georges Claude**.

L'année dernière j'ai mis l'Académie au courant de l'échec d'une première tentative de pose d'un tube destiné à amener l'eau froide du fond de la baie de Matanzas à l'usine établie sur la rive, pour expérimenter dans les conditions de la pratique le procédé Claude-Boucherot. Je rappelle que le tube (2^m de diamètre, 2^{km} de long, en tôle de 2^{mm} ondulée, peinte, calorifugée) avait été monté flottant à la surface du rio Canimar : tiré précipitamment

à la mer à l'annonce de 4 jours de mauvais temps, il fut endommagé dans la rivière pendant son tirage et coula en mer, en route vers l'usine.

Cet échec m'a servi de leçon pour la nouvelle tentative à laquelle, bien entendu, je me résolus de suite. A la place de ce montage à la surface de l'eau, générateur de terribles difficultés, je décidai, sur la suggestion de l'ingénieur Vasquez, mis à ma disposition par le Gouvernement cubain, que le nouveau tube (en tôle de 3^{mm} cette fois, mais réduit, à tort, à $1^{m},60$ de diamètre) serait entièrement monté à terre, reposant par des chariots espacés de 25^{m} sur une voie Decauville de $0^{m},75$ établie au voisinage de l'usine et aboutissant à la mer. Le tube pourrait être ainsi aisément tiré à l'eau un jour de beau temps par cabestans et remorqueurs, maintenu à la surface par ses flotteurs, puis amené en position, son extrémité de terre ramenée et amarrée dans le puits d'eau froide de l'usine, communiquant encore avec la mer par un large passage. L'immersion se réaliserait alors progressivement de la côte vers le large par remplissage successif et en partie automatique des flotteurs, le tube se posant ainsi régulièrement d'abord dans le puits, puis dans les 50^{m} de tranchée protectrice lui faisant suite, puis sur le fond de plus en plus distant.

Une partie du tube, 200^{m} environ, devait, grâce à des flotteurs permanents chargés d'air comprimé, conserver une flottabilité relative pour franchir comme une arche la falaise verticale qui, à 350^{m} de la côte et 40^{m} sous l'eau, s'enfonce presque verticalement de 150^{m}, constituant comme je l'ai dit la grosse difficulté de cet emplacement. La partie du tube destinée à reposer au bord de la falaise et à se plier sur son arête avait été faite extrêmement flexible, grâce à un mode spécial de construction dit « en accordéon », imaginé par la *Soudure Autogène Française*, pour s'accommoder éventuellement de rayons de courbure très petits, 20^{m} et moins.

Le tube immergé, la tranchée devait être immédiatement remplie de béton à prise rapide et le puits fermé par un mur en ciment, épais de $2^{m},50$ à la base et $1^{m},50$ au sommet, à 5^{m} au-dessus de l'eau.

Le mode opératoire ainsi prévu entassait donc en une opération unique les efforts d'une manœuvre de force comme le tirage d'un tube de 2 kilomètres et de 400 tonnes, avec la délicatesse et la précision des opérations de mise en place dans le puits et d'immersion dans une tranchée étroite. Je résolus bientôt de sérier les difficultés.

Une première section de 150 mètres de long (section A) facile à manœuvrer, serait tirée, mise en place, immergée, la tranchée comblée et le puits fermé, l'extrémité libre du tuyau reposant sur le fond de la mer par l'inter-

médiaire de berceaux en bois l'empêchant de rouler sous l'action des courants sous-marins, généralement faibles dans la baie ([1]). Le reste du tube (section C, 1800 mètres) serait alors mis à l'eau à son tour, son extrémité terre étant à ce moment amarrée à deux câbles attachés eux-mêmes à deux points de la côte symétriques par rapport au puits, et de *longueur telle* que, ces câbles se tendant sous l'effort des remorqueurs du large, ladite extrémité de terre du tube vienne se placer d'elle-même en regard et à 20 ou 25 mètres au large du bout du tronçon A. L'immersion progressivement effectuée, comme dit ci-dessus, de la côte vers le large, l'intervalle entre A et C serait comblé par un tronçon B coupé après coup à la longueur exacte nécessaire, la connexion des trois sections A, B, C par joints de caoutchouc et boulons s'opérant par scaphandriers, sans difficultés sérieuses à cette profondeur de 18 mètres.

Le 31 mai, beau temps idéal. Le tronçon est tiré à la mer sans difficulté. Mais le tube n'est pas plutôt à l'eau qu'il coule par l'arrière : des flots d'air s'échappent des trois flotteurs de queue. Accident ou malveillance, leurs membranes de remplissage ont été crevées.

Un nouveau tronçon A est mis en fabrication. Des flotteurs supplémentaires en caoutchouc et toile sont ajoutés par précaution ; les membranes en peau du premier tronçon sont remplacées par des membranes en clinquant plus solides. Le 8 juin, le temps permet l'opération ; elle s'effectue avec un plein succès : une heure et demie après le début, le tube repose dans sa tranchée ; celle-ci est comblée, le mur est monté. C'est de ce premier succès que j'ai informé l'Académie — en ajoutant que le plus dur restait à faire.

Le 23 août, la section C (1800^{m}), munie elle aussi de flotteurs supplémentaires de caoutchouc et toile, crainte de nouveaux incidents, est déplacée sur la voie pour amener sa tête au bord de l'eau. Cette sorte de répétition montre la nécessité de doubler les deux cabestans électriques par deux cabestans à vapeur, aussitôt installés.

Le 25 au matin, mer calme : l'opération est déclenchée avec le concours d'un bateau de l'État, le *Moralès*, du remorqueur de haute mer *Doniphan* et de 10 petits remorqueurs, destinés soit à tirer le tube, soit à s'opposer à la poussée latérale des courants, dont la valeur pendant l'opération variera entre 0^{n},2 et 0^{n},25.

([1]) Des bouts de tube de 50 et 100 mètres posés en août 1929 par 15 mètres de fond, *sans attaches*, oscillaient faiblement en cas de mer de fond et n'ont été sérieusement déplacés et endommagés que lors du quasi-cyclone d'octobre 1929.

A $6^h 15^m$ l'énorme serpent entre dans la mer avec décision; les chariots tombent au fond à mesure qu'ils quittent les rails. Nouvel incident : une membrane de remplissage est encore trouvée crevée, et remplacée à temps. Cependant, l'opération se déroule sans grandes difficultés. A $10^h 15^m$ le tube est entièrement à flot, et je puis croire le succès assuré. De fait, sous la traction des remorqueurs de tête, le tube, presque entièrement redressé, vient placer son extrémité côté terre à l'emplacement exact prévu par la tension des câbles d'amarrage; à $11^h 12^m$ j'ordonne de procéder à la manœuvre préparatoire de l'immersion : celle-ci, en effet, comporte deux étapes : 1° désobstruction des cheminées d'évacuation d'air des flotteurs; 2° après un nouveau signal, crevaison, depuis la côte, des membranes de remplissage de quelques flotteurs, qui entraîneront les autres.

Or, de nombreux témoins des remorqueurs ou des vedettes ont vu les hommes placés à l'extrémité pleine mer du tube, non seulement déboucher les cheminées mais, contrairement à leurs ordres écrits, crever les membranes des flotteurs de tête et crever par surcroît les flotteurs supplémentaires ajoutés par prudence. L'extrémité du tube fonçant immédiatement vers les profondeurs, a provoqué sur les câbles de la rive un effort énorme, correspondant à une notable partie du poids total du tube; les points d'attache se sont rompus [1] et dans un mouvement longitudinal auquel l'eau n'opposait aucune résistance, ce second tube est parti à toute vitesse (6 à 8 milles à l'heure) rejoindre le premier...

Pas plus que dans le premier, rien dans ce stupide accident n'est venu infirmer nos espérances; j'ai d'autant moins de raison de me décourager que le nouveau mode de lancement s'est montré bien supérieur au premier. Je décide donc qu'un troisième tube sera mis en construction et achevé en deux mois — ce qui n'a été possible que grâce à l'exceptionnel dévouement de mon collaborateur Daimé et de son second M. Pierre — pour pouvoir l'immerger avant l'arrivée de la mauvaise saison; quelques modifications seront apportées au programme d'immersion pour diminuer les chances de sabotage ou de fausses manœuvres : l'opération de désobstruction des cheminées sera supprimée, les membranes de remplissages remplacées par des trous de 11^{mm} percés dans la paroi des flotteurs, obturés par des tiges de fer pesantes passant par les cheminées et dont je confierai le débouchage rapide dans la partie du tube au delà de la falaise à mes deux fils René et

(1) Le fouettage de l'eau par les câbles à ce moment a été enregistré par le film cinématographique.

André et à deux hommes de confiance parcourant chacun rapidement un quart de cette partie du tube.

Ainsi les flotteurs se rempliront tous également avec une grande lenteur et le tube pourra s'immerger sensiblement horizontalement, sans exercer sur ses points d'attache l'effort qui a amené le précédent échec.

Conformément à ce programme, avec le concours du croiseur *Cuba* et de l'armée, l'opération s'est déroulée sans aucun incident le 7 septembre; mis à l'eau de $7^h 25^m$ à $10^h 22^m$ sous les ordres de M. Vasquez, le tube, raidi par le *Doniphan* et le *Moralès* sur les deux câbles d'amarre, venait se placer à $10^h 35^m$ à sa position correcte dans le prolongement de la section de 150^m, et, sous ma direction, était immergé de $11^h 20^m$ à $12^h 30^m$. L'enfoncement transversal du tube (mesuré par l'abaissement de ballons gonflés d'hydrogène) s'opérait à une vitesse voisine de 1 mètre par seconde. La partie en accordéon venait reposer très exactement au bord de la falaise, tandis que l'extrêmité côté terre du grand tube venait se poser sur le fond à la distance prévue de 22^m du bout de la section A, et la connexion des deux extrémités en regard par un troisième tronçon s'effectuait par scaphandriers quelques jours plus tard.

J'indiquerai dans une prochaine Note les excellents résultats de mes essais.

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur les conduites de l'usine de Miègebat.* Note (1) de MM. **C. Camichel, J. Leclerc du Sablon** et **L. Escande.**

Parmi les problèmes de similitude relatifs aux ouvrages en charge, celui de l'écoulement dans les conduites et les collecteurs d'usines est particulièrement important. Divers auteurs ont étudié cette question, en particulier M. E. Jouguet. Nous avons nous-mêmes, dans plusieurs séries d'expériences, mis en évidence une catégorie d'ouvrages auxquels l'un de nous a donné le nom d'*ouvrages courts :* ce sont ceux dans lesquels la turbulence est très grande et masque l'influence de la viscosité. Nous avons montré, en effet, que, pour ces ouvrages courts, l'expression générale des pertes de charge

$$\Delta p = \rho W^2 \varphi\left(\frac{WD}{\frac{\mu}{\rho}}\right).$$

(1) Séance du 27 octobre 1930.

se simplifie la fonction φ prenant une valeur sensiblement constante, dès que le nombre de Reynolds $\frac{WD}{\frac{\mu}{\rho}}$ dépasse une certaine valeur, caractéristique du mode d'écoulement étudié.

Pour étendre ces résultats à de grands rapports de similitude et à des nombres de Reynolds très élevés, il fallait nécessairement compléter les recherches commencées au laboratoire par des mesures systématiques effectuées dans les usines.

C'est pour atteindre ce but que nous avons entrepris et poursuivi, depuis le début de l'année 1926, des expériences dans l'usine de Miègebat, de la Compagnie des Chemins de fer du Midi. Cette usine de 50000 chevaux, la plus puissante du groupe actuel des Pyrénées, absorbe sous une chute nette de 280^m, des débits atteignant 13 m^3/sec, et répartis entre trois conduites de $1^m,20$ de diamètre.

Nos expériences ont porté sur le collecteur dont le plan est reproduit dans la figure 1 sur laquelle les points noirs indiquent l'emplacement des prises de pression. Les modèles réduits correspondaient aux rapports de similitude $\frac{1}{48}$, $\frac{1}{24}$, $\frac{1}{12}$. Ils étaient construits en bronze, les éléments des coudes étaient découpés à la fraiseuse, puis assemblés, les ajutages Venturis fondus, puis tournés. Ces modèles étaient alimentés par un bassin de 30^m de hauteur qui permettait la détermination volumétrique des débits par une simple mesure de dénivellation. Les débits étaient réglés au moyen de robinets placés à l'aval. La pression de 3 kg/cm^2 créée par le bassin d'alimentation permettait de réaliser des vitesses élevées tout en évitant les phénomènes de cavitation. Les pertes de charge étaient mesurées au moyen de tubes piézométriques à eau ou à mercure.

A l'usine, la mesure instantanée du débit était faite au moyen des compteurs Venturis (*fig.* 1), préalablement tarés en utilisant un déversoir de Bazin en mince paroi, à lame aérée par-dessous, et sans contraction latérale, monté dans le canal de fuite de l'usine; pour ce tarage, on branchait l'usine sur des résistances liquides pour disposer d'une puissance bien constante. Les différences de pression étaient mesurées directement à l'aide de tubes piézométriques en verre épais, en réalisant la contre-pression nécessaire au moyen d'un compresseur d'air.

Ces expériences ont été longues et délicates, car les mesures ont dû, à maintes reprises, être effectuées en laissant les alternateurs branchés sur le réseau dont les variations étaient parfois brusques et considérables, l'usine fonctionnant principalement comme régulateur de fréquence.

Les résultats obtenus ont été représentés par des courbes analogues à celles de la figure 2, courbes montrant les variations de la fonction φ rela-

tive à chacune des différences de pression étudiées. Le nombre de Reynolds correspondant à chaque point a été déterminé en tenant compte de la température qui a varié entre 5° et 24° C. dans l'ensemble des mesures.

Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

1° Les ouvrages considérés : coudes, ajutages Venturis, portions recti-

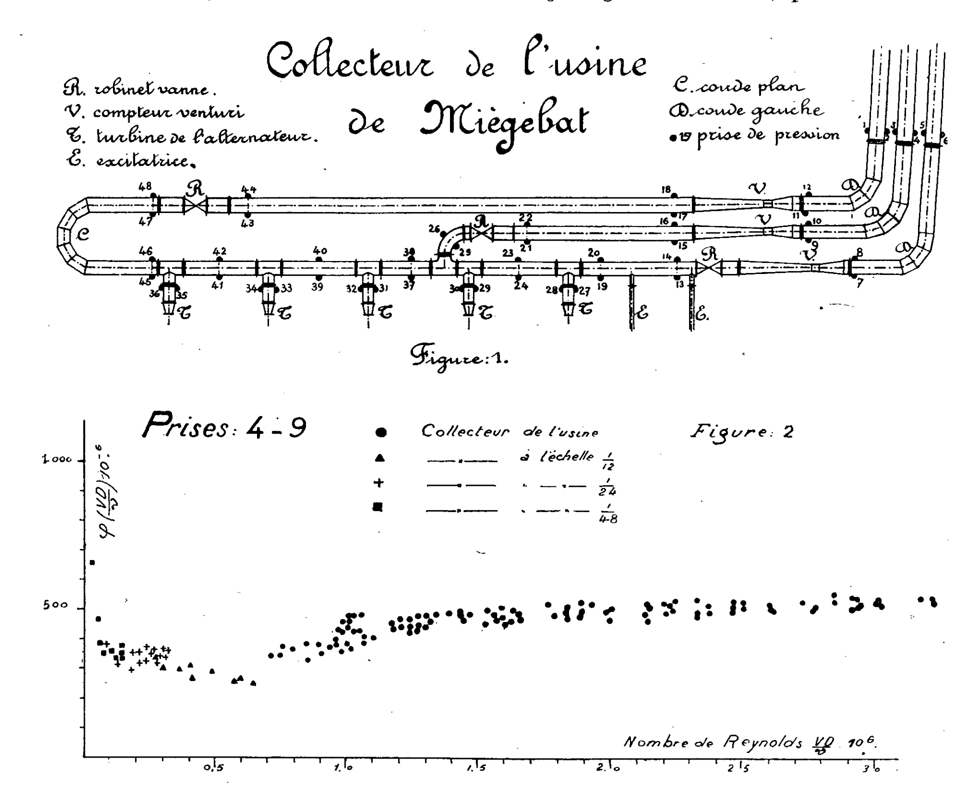


Figure : 1.

lignes faisant immédiatement suite à des singularités, constituent des ouvrages courts : en effet, la fonction reste sensiblement constante pour toutes les valeurs du nombre de Reynolds comprises entre 1×10^6 et 3×10^6 (*fig.* 2). L'extension de cette notion d'ouvrages courts à des ouvrages industriels mettant en jeu les dimensions et les vitesses couramment utilisées dans les usines hydrauliques constitue un point particulièrement intéressant.

2° Au point de vue de la similitude, les pertes de charge déduites des mesures effectuées sur les modèles réduits en bronze ne correspondent pas à celles observées sur les tubulures en acier de l'ouvrage réel. Les irrégu-

larités de fabrication et la rugosité des parois nécessitent, en raison de leur caractère mal défini, l'emploi pour cette extrapolation d'un coefficient numérique déterminé empiriquement.

3° Les diverses pertes de charge calculées par les formules de Maurice Levy, pour les portions rectilignes, et de Rankine pour les coudes, correspondent, avec une assez bonne approximation, aux résultats des mesures.

M. **P. Marchal** fait hommage à l'Académie du *Traité des maladies du ver à soie*, par A. Paillot, dont il a écrit la *Préface*.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **G. Ferrié**, **E. Fichot**, **J. Drach** sont élus membres de la *Commission supérieure des inventions*.

NOMINATIONS.

MM. **G. Charpy**, **L. Guillet**, **J. Rey** sont désignés pour représenter l'Académie à la séance solennelle organisée par la Société des Ingénieurs civils de France pour commémorer l'œuvre d'*Auguste Rateau*.

CORRESPONDANCE.

M. **André Kling** prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à la place vacante parmi les Académiciens libres par la mort de M. *Achille Le Bel*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *La Relativité vue simplement*, par Gustave Bessière.

2° *Température des flammes. Rayonnement des gaz incandescents et des flammes*, par G. Ribaud.

3° *Anisotropie des molécules. Effet Raman*, par JEAN CABANNES.

4° *Les statistiques quantiques et leur application aux électrons libres dans les métaux*, par L. BRILLOUIN.

5° *La constitution des comètes*, par F. BALDET.

6° *La structure et les mouvements de l'univers stellaire*, par G. DARMOIS.

7° TEHNIČKI FAKULTET *sveučilišta Kraljevine Jugoslavije u* ZAGREBU 1919-1929. *Spomenica Fakultetskog Savjeta*. (Présenté par le Doyen de la Faculté technique.)

8° *Tables numériques pour l'analyse des graphiques résultant de la superposition des sinusoïdes avec une introduction donnant l'exposé de la méthode d'analyse*, par H. LABROUSTE. (Présenté par M. Ch. Maurain.)

9° GEORGES BRUEL. *L'Afrique équatoriale française*. (Présenté par M. G. Perrier.)

10° *Comité météorologique international. Commission pour l'étude des nuages. Atlas international des Nuages et des États du Ciel. Extrait de l'ouvrage complet à l'usage des observateurs.* (Présenté par M. G. Ferrié.)

ALGÈBRE. — *Sur les polynomes de Tchebyscheff pour deux segments.* Note (1) de M. N. ACHIESER.

Soit E un ensemble ponctuel formé de deux segments

$$<-1, \quad \alpha>, \quad <\beta, \quad 1>,$$

où $-1<\alpha<\beta<1$, et soit

$$t_n(x)=x^n+c_1x^{n-1}+\ldots+c_n$$

le polynome de Tchebyscheff de degré n appartenant à E, c'est-à-dire le polynome $t_n(x)$, a sur E, entre tous les polynomes de même degré avec le premier coefficient égal à un, le plus petit maximum du module.

La détermination du polynome $t_n(x)$ pour n quelconque exige des fonctions automorphes, elliptiques ou trigonométriques suivant les valeurs de α et β (2).

Dans la Note présente nous nous occupons de l'expression asymptotique pour $n\to\infty$ du polynome $t_n(x)$.

(1) Séance du 6 octobre 1930.

(2) N. ACHYESER, *Ueber einige Funktionen, die in gegebenen Intervallen am wenigsten von Null abweichen* (*Bull. de la Soc. Phys. Math. de Kazan*, 1928, 3, II, p. 1-69, § 8).

Soit

$$k^2 = \frac{2(\beta-\alpha)}{(1+\beta)(1-\alpha)}.$$

Si

(1) $$\alpha = 1 - 2\,\mathrm{sn}^2\left(\frac{m}{n}\mathrm{K};\, k\right),$$

m étant un nombre naturel plus petit que n, le polynome $t_n(x)$ se détermine par les formules (1)

$$t_n(x) = \mathrm{T}_n(x;\, m,\, k) = \frac{\mathrm{L}_n}{2}\left\{\left[\frac{\mathrm{H}\left(u-\frac{m\mathrm{K}}{n}\right)}{\mathrm{H}\left(u+\frac{m\mathrm{K}}{n}\right)}\right]^n + \left[\frac{\mathrm{H}\left(u+\frac{m\mathrm{K}}{n}\right)}{\mathrm{H}\left(u-\frac{m\mathrm{K}}{n}\right)}\right]^n\right\},$$

$$x = \frac{\mathrm{sn}^2\frac{m\mathrm{K}}{n}\,\mathrm{cn}^2 u + \mathrm{cn}^2\frac{m\mathrm{K}}{n}\,\mathrm{sn}^2 u}{\mathrm{sn}^2 u - \mathrm{sn}^2\frac{m\mathrm{K}}{n}},$$

d'où l'on trouve aisément que

$$\max_{x<\mathrm{E}} |t_n(x)| = \max_{x<\mathrm{E}} |\mathrm{T}_n(x;\, m,\, k)| = \mathrm{L}_n = \frac{1}{2^{n-1}}\left(\frac{1+\alpha}{1+\beta}\right)^n \left[\frac{\theta_1(0)}{\theta_1\left(\frac{m\mathrm{K}}{n}\right)}\right]^{4n}.$$

Si l'on ne peut pas exprimer α sous la forme (1), prenons le plus grand nombre m pour lequel

$$1 - 2\,\mathrm{sn}^2\left(\frac{m}{n}\mathrm{K};\, k\right) > \alpha,$$

et déterminons deux valeurs du module k_1 et k_2 avec les intégrales complètes respectives K_1 et K_2 de telle sorte que

$$1 - 2\,\mathrm{sn}^2\left(\frac{m}{n}\mathrm{K}_1;\, k_1\right) = \alpha, \qquad 1 - 2\,\mathrm{sn}^2\left(\frac{m+1}{n}\mathrm{K}_2;\, k_2\right) = \alpha.$$

En remarquant que

$$k_2 < k < k_1$$

et en déterminant à l'aide des formules

$$k_1^2 = \frac{2(\beta_1-\alpha)}{(1+\beta_1)(1-\alpha)}, \qquad k_2^2 = \frac{2(\beta_2-\alpha)}{(1+\beta_2)(1-\alpha)}$$

les nombres β_1 et β_2, qui satisfont évidemment à l'inégalité

$$\beta_2 < \beta < \beta_1,$$

on trouve deux polynomes

$$\mathrm{T}_n(x;\, m,\, k_1) \quad \text{et} \quad \mathrm{T}_n(x;\, m+1,\, k_2),$$

qui seront les polynomes de Tchebyscheff pour les ensembles

(E_1) $<-1, \alpha>, <\beta_1, 1>,$

(E_2) $<-1, \alpha>, <\beta_2, 1>.$

Désignons leurs écarts par $L_n^{(1)}$ et $L_n^{(2)}$.

On a évidemment

$$L_n^{(1)} \leqq L_n \leqq L_n^{(2)}.$$

En remarquant que

$$\lim_{n \to \infty} k_1 = \lim_{n \to \infty} k_2 = k$$

ainsi que

$$\lim_{n \to \infty} \frac{m}{n} K_1 = \lim_{n \to \infty} \frac{m+1}{n} K_2 = \int_0^{\sqrt{\frac{1-\alpha}{2}}} \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}} = v,$$

nous obtenons les formules asymptotiques suivantes :

$$\lim_{n \to \infty} \frac{t_n(x)}{T_n(x; m, k_1)} = 1,$$

$$L_n \sim \frac{1}{2^{n-1}} \left(\frac{1+\alpha}{1+\beta} \right)^n \left[\frac{\vartheta_1(0)}{\vartheta_1(v)} \right]^{4n}.$$

En vertu du théorème de M. Fekete ([1]) nous voyons que la constante de Robin (transfiniter Durchmesser) de l'ensemble E est égale à

$$\tau_E = \tau = \frac{1}{2} \frac{1+\alpha}{1+\beta} \left[\frac{\vartheta_1(0)}{\vartheta_1(v)} \right]^4.$$

Ainsi, comme dans le cas d'un seul segment, on a

$$\lim_{n \to \infty} \frac{L_n}{\tau^n} = 2.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation d'un théorème de M. Mandelbrojt.* Note ([2]) de M. **Henri Dumas**, transmise par M. Jacques Hadamard.

Étant données deux fonctions de la variable $s = \sigma + it$: $F(s) = \Sigma a_n e^{-ns}$ qui a pour points singuliers les points $s = \alpha$ et dont l'axe de convergence est $\sigma = C$, et la fonction $\varphi(s) = \Sigma l_n e^{-\lambda_n s}$ qui a pour points singuliers les

---

([1]) *Mathematische Zeitschrift*, 17, 1923, p. 228-249.

([2]) Séance du 20 octobre 1930.

points $s=\beta$ et admet un axe de convergence absolue $\sigma=\sigma_0$; en désignant par (C) une courbe ne dépendant que des points α et par points γ le point zéro, les points α et les points d'une droite perpendiculaire à l'axe réel d'abscisse négative arbitrairement grande en valeur absolue, M. Mandelbrojt [1] démontre que si pour $\sigma>\sigma_1$ on a, en excluant des cercles entourant les β,

$$|\varphi(s)|=O|t^{\mu}|,$$

et si la variable z est située dans le domaine

$$(\Delta)\qquad \mathcal{R}(z)>\sigma_1+\max(c,\,0)+\varepsilon,\qquad |z-\beta-\gamma|>2\varepsilon,$$

il suffit de prendre pour k une valeur supérieure à μ pour que l'intégrale

$$\frac{2i\pi}{\Gamma(k+1)}f(z)=\int_{(c)}F(s)\varphi(z-s)\frac{ds}{s^{k+1}}$$

converge; elle est alors représentée par

$$\frac{2i\pi}{\Gamma(k+1)}\Sigma b_n e^{-\lambda_n z}\qquad\text{avec}\qquad b_n=l_n\sum_{m<\lambda_n}a_m(\lambda_n-m)^k.$$

Considérant ensuite les points $P[\alpha(\lambda_n,\,l_n)]$ tels que dans tout cercle de centre P et de rayon ε et pour toute valeur de d sauf une au plus, il existe un point d'affixe $\rho(d)+\alpha$, $x=\rho(d)$ étant l'une des racines de l'équation $\varphi(x)=d$ (α variant en général avec d), il montre que $\varphi(z-s)$ est bornée quand z est un point d'une partie bornée du domaine Δ' obtenu en enlevant de Δ les cercles de rayons ε ayant pour centre chaque point P, et quand s est sur (C). Les seuls points singuliers possibles de la fonction $\Sigma b_n e^{-\lambda_n z}$ (avec k quelconque) dans le demi-plan $\mathcal{R}(z)>\sigma_1+\max(C,\,0)$ sont alors les points $\alpha+\beta$, β et les points P.

Je me suis proposé de chercher si en choisissant convenablement la valeur de k on peut, dans son énoncé, remplacer l'ensemble des points P par un ensemble contenu dans celui-ci. Soit une suite de nombres d_q telle que

$$|d_{q+1}-d_q|>C_1\qquad\text{et}\qquad\left|\frac{d_{q+1}}{d_q}\right|<C_2,$$

C_1 et C_2 étant deux constantes et telle que la suite $\rho(d_q)$ tende vers l'infini. Quand la variable $z=z_1+iz_2$ est dans le domaine

$$(\Delta^N)\qquad z_1>\sigma_1+\max(c,\,0)+\varepsilon,\qquad |z_2|<N,\qquad |z-\beta-\gamma|>2\varepsilon,$$

[1] *Bulletin de la Société mathématique de France*, 37, 1929, p. 78.

il existe des valeurs extraites de la suite d_q que $\varphi(z)$ ne prend pas. Il existe une droite $z_1 = \delta > \sigma_0$ sur laquelle $\varphi(z)$ est bornée. Un point quelconque de la partie connexe de Δ_N qui contient un segment de $z_1 = \delta$ peut être joint à un point de ce segment par une ligne polygonale de côté θr dont chaque sommet est à une distance supérieure à r de la frontière de Δ_N, θ étant compris entre o et 1 et r étant convenablement choisi. En considérant les cercles de rayon r ayant pour centres chaque sommet de cette ligne et en appliquant un nombre fini l de fois le théorème de Schottky, je démontre qu'il existe une constante M telle que

$$|\varphi(z)| < M |d_q|^{\nu^l} \quad \text{avec} \quad \nu = \frac{1+\theta}{1-\theta}.$$

Si s est un point de la courbe (C) et si $\delta > \sigma_0 + \max(C, o)$, on a de même

$$|\varphi(z-s)| < M_1 |d_q|^{\nu^l}.$$

S'il existe un nombre μ

$$\mu = \overline{\lim_{q=\infty}} \frac{\nu^l \log |d_q|}{\log |\rho_q|},$$

il suffit de prendre pour k un entier supérieur à μ pour que l'on ait

$$|\varphi(z-s)| = O|t^{\mu}|$$

quand z est dans le domaine Δ_N. Dans ces conditions, le point P considéré n'est pas un point singulier de $f(z) = \Sigma b_n e^{-\lambda_n z}$.

Le nombre ν peut être choisi arbitrairement, l ne dépend que de ν et de la situation topologique du point P par rapport aux points $\alpha + \beta$ et β. J'obtiens ainsi le théorème suivant :

Les seuls points singuliers (¹) *possibles dans le demi-plan* $\sigma > \sigma_1 + \max(C, o)$ *de la fonction représentée par la série* $\Sigma b_n e^{-\lambda_n s}$ *sont les points* $\alpha + \beta$, β *et les points* $P[\alpha_1(\lambda_n, l_n)]$ *à l'exception de ceux des points* P *pour lesquels il est possible de trouver une suite de nombres* d_q *tels que*

$$|d_{q+1} - d_q| > c_1 \quad \text{et} \quad \left|\frac{d_{q+1}}{d_q}\right| < c_2,$$

c_1 *et* c_2 *étant deux constantes et telle que*

$$\overline{\lim_{q=\infty}} \frac{\nu^l \log |d_q|}{\log |\rho_q|} = \mu < \infty$$

(¹) Nous prenons le terme point singulier dans le même sens que M. Mandelbrojt dans le Mémoire cité plus haut; nous employons aussi la même abréviation que cet auteur : quand nous disons que les seuls points singuliers possibles sont les points d'un ensemble E, nous entendons par là les points de l'ensemble fermé E + E'.

où β est un point singulier quelconque de la fonction $\varphi(s) = \Sigma l_n e^{-\lambda_n s}$, où $|\rho_q|$ est le plus petit module des racines de l'équation $\varphi(s) = d_q$ situées dans le demi-plan $\sigma > \sigma_1$ et où α est un point singulier quelconque de la série de Taylor $\Sigma a_n e^{-ns}$ dont les coefficients sont les termes de la génératrice d'ordre $k > \mu$ de la suite b_n relative à λ_n et l_n (¹).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques théorèmes sur les fonctions analytiques holomorphes et bornées dans une région infinie.* Note de M. **Mandelbrojt**, transmise par M. Jacques Hadamard.

Considérons, dans le plan des xy, la courbe définie par la fonction

$$x = f(y)$$

continue et telle que $a < x < b$. Supposons de plus que toute partie finie de cette courbe est rectifiable et qu'en désignant par C_n la partie de cette courbe pour laquelle y varie entre n et $n+1$ ($n = 0, \mp 1, \ldots$) on ait

$$\text{Long. de } C_n < M,$$

où M est indépendant de n.

Théorème I. — *Soit $F(z)$ une fonction holomorphe et bornée dans la partie du plan $z = x + iy$ défini par*

(1) $$x \geqq f(y).$$

Posons

$$a_n = \int_{-\infty}^{+\infty} F(z) n^{z+1} z^{-k-1} \, dy;$$

$$z = l + iy, \qquad l > \max(0, b),$$

où k est un entier tel que

$$k > \frac{5}{2} + b - a.$$

La fonction représentée par la série de Dirichlet

$$\sum \frac{a_n}{n^z}$$

ne peut avoir dans la région (1) *d'autres points singuliers que le point zéro.*

(¹) C'est-à-dire

$$b_n = l_n \sum_{m < \lambda_n} (\lambda_n - m)^k a_m.$$

THÉORÈME II. — *Soit* $F(z)$ *une fonction holomorphe et bornée sur la demi-droite* $z=\rho e^{i\varphi_1}$; $-2\pi<\varphi_1<0$, $0<\rho<\infty$.

Posons

$$b_n=\int_0^\infty \frac{F(z)e^{in\log\rho}}{z(\log z)^2}\,d\rho, \qquad \log z=\log\rho+i\varphi_1,$$

puis

$$\theta=-\overline{\lim}\,\frac{L\,|b_n|}{n}.$$

θ étant la quantité ainsi définie :

1° θ *est nul ou positif;* 2° *la fonction* $F(z)$ *ne peut être holomorphe et bornée pour* $z=\rho e^{i\psi}$

$$(2)\qquad \varphi-\theta-\varepsilon<\psi<\varphi+\varepsilon, \qquad 0<\rho<\infty, \qquad \varepsilon>0.$$

Dans ce théorème, $F(z)$ peut admettre le point O comme point critique : θ peut donc prendre une valeur comprise entre o et ∞.

Il résulte de ce même théorème que si $F(z)$ est une fonction entière d'ordre infini, elle admet nécessairement dans l'angle (2) une droite de Julia. Si $F(z)$ est holomorphe à l'infini, elle possède dans (2) au moins un point singulier.

Pour $0\leqq y<2\pi$, posons

$$x=\varphi(y)=\textit{borne inférieure de } f(y+2k\pi) \text{ quand } k=0,\ \mp 1\ldots$$

$\varphi(y)$ est encore une fonction continue et périodique de période 2π. Considérons la courbe C′ dont les points $z=\rho e^{i\psi}$ vérifient l'équation

$$\rho=e^{-\varphi(\psi)}.$$

THÉORÈME III. — *Si* $F(x)$ *est holomorphe et bornée dans le domaine défini par*

$$(1)\qquad x\geqq f(y),$$

la fonction $T(z)$ *définie par*

$$T(z)=\Sigma\, d_n z^n$$

où

$$d_n=\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{F(z)e^{nz}}{z^2}\,dz, \qquad z=l+iy, \qquad l>\max(0,\,b),$$

n'a pas dans le domaine intérieur à la courbe C′ ***d'autres points singuliers que le point d'affixe*** un (ce point peut d'ailleurs être régulier).

Les théorèmes que je viens d'énoncer se démontrent d'une manière

analogue à celle que j'employais pour démontrer les théorèmes de mon Mémoire des *Acta mathematica* (1).

On considère une intégrale de la forme

$$\int F(z)A(s-z)z^p\,dz,$$

étendue sur une courbe convenablement choisie; la fonction $A(t)$ doit être choisie de la manière suivante :

$$A(t)=\zeta(t-1)=\sum\frac{n}{n^t}$$

pour le théorème I, et

$$A(t)=\frac{1}{1-e^{-t}}$$

pour les théorèmes II et III.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la vitesse de propagation de l'attraction newtonienne.* Note de M. **Jean Chazy**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Je veux ajouter ici à une Note antérieure (2) quelques remarques relatives à l'hypothèse d'une vitesse de propagation finie de l'attraction newtonienne.

Une première remarque concerne une question de sens. L'hypothèse de Laplace, dans le mouvement de révolution des planètes autour du Soleil, et l'hypothèse de Lehmann-Filhès, dans le mouvement de translation du système solaire vers l'apex, sont deux hypothèses distinctes, et, appliquées à un même mouvement, produisent des effets du premier ordre qui ont même valeur absolue, mais des sens opposés.

Laplace suppose (3) la gravitation produite par l'impulsion d'un fluide qui se propage de la planète P vers le Soleil S avec la vitesse $\vec{V}$. Si $\vec{v}$ désigne la vitesse de la planète par rapport au Soleil, il considère la planète comme fixe et le Soleil comme mobile avec la vitesse opposée $-\vec{v}$, et obtient la direction apparente de l'attraction de la planète par le Soleil en ajoutant les deux vecteurs $\vec{V}$ et $-\vec{v}$. Il est équivalent d'ajouter à l'attraction $\frac{\mu}{r^2}$

(1) Mandelbrojt, *Acta mathematica*, 55, 1930, p. 1.

(2) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1273.

(3) *Œuvres*, 4, 1845, Livre X, Chap. VII, p. 355 et 364.

dirigée dans la direction et le sens PS, une force corrective tangentielle $\frac{\mu}{r^2}\frac{v}{V}$ *de sens opposé au mouvement :* d'où résulte une accélération séculaire positive de valeur $\frac{3}{2}(nt)^2\frac{v}{V}$ pendant l'intervalle de temps de o à t, pour une planète de moyen mouvement n.

Appliquons au même mouvement l'hypothèse que Lehmann-Filhès a appliquée au mouvement de translation du système solaire. Supposons que l'attraction subie par la planète P à l'instant t soit exercée par le Soleil, non pas dans la position S qu'il occupe au même instant, mais dans la position S_1 où il se trouverait par suite de son mouvement relatif à un instant antérieur à t et tel que, pendant que le Soleil avec la vitesse $-\vec{v}$ parcourt le trajet S_1S, l'attraction parcourt le segment S_1P avec la vitesse V. Le mouvement ainsi considéré sur le rayon vecteur a le sens Soleil-planète, non plus le sens planète-Soleil, et par suite *la direction obtenue de l'attraction est symétrique de la première* par rapport au rayon vecteur et à la tangente à l'orbite de la planète P. Cette seconde hypothèse revient donc à ajouter à la force classique la force corrective tangentielle de valeur $\frac{\mu}{r^2}\cdot\frac{v}{V}$ *de même sens que le mouvement :* d'où résulte *une accélération séculaire de même valeur absolue que dans l'hypothèse de Laplace, mais négative.*

Appliquons enfin les deux hypothèses précédentes au mouvement de rotation du Soleil. J'ai donné antérieurement dans l'hypothèse de Laplace la valeur de la force corrective correspondante, *qui est de sens opposé au mouvement.* Dans l'hypothèse [1] de Lehmann-Filhès la force corrective a même valeur absolue, mais a *le sens du mouvement. Dans les deux cas, les deux forces correctives dues au mouvement de révolution de la planète et au mouvement de rotation du Soleil sont de même sens.*

En second lieu il semble que l'on doive dans le mouvement de chaque planète ajouter les corrections dues au mouvement de révolution de cette planète et au mouvement de rotation du Soleil, et aussi, dans l'hypothèse de Lehmann-Filhès, la correction due au mouvement de translation du système solaire : de même que l'on compose l'aberration diurne, l'aberration annuelle et l'aberration séculaire. La nouvelle limite inférieure ainsi obtenue de la vitesse de propagation de l'attraction est la somme ou est

---

[1] M. Kogbetliantz (*Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 944, et **191**, 1930, p. 30) applique non l'hypothèse de Laplace, mais celle de Lehmann-Filhès.

une somme algébrique des limites obtenues en considérant séparément les deux premiers mouvements ou les trois mouvements.

Enfin dans la Note antérieure j'ai, pour simplifier, supposé la masse du Soleil homogène et sa rotation uniforme, ce qui ne peut plus aujourd'hui correspondre à la réalité. Si par exemple on prolongeait ([1]) dans toute la masse du Soleil, supposée homogène, la loi de Jeans suivant laquelle la vitesse angulaire varie dans les couches superficielles en raison inverse du carré de la distance à l'axe, on devrait multiplier les deux limites inférieures obtenues, soit 380 fois et 70000 fois la vitesse de la lumière, par le coefficient $\frac{5}{2}$.

Au total, dans les diverses hypothèses considérées, la limite inférieure de la vitesse de propagation de l'attraction donnée par la Mécanique céleste est d'un ordre de grandeur différent de la limite que semblent pouvoir mettre en évidence des expériences de laboratoire.

THÉORIE DES QUANTA. — *Sur les relations d'indétermination dans la théorie des quanta.* Note de M. **G. Wataghin**, présentée par M. A. Cotton.

M. Ruark ([2]) et MM. Flint et Richardson ([3]) ont proposé une démonstration des relations d'indétermination suivantes :

$$\Delta x \gtrsim \frac{h}{m_0 c}, \tag{1}$$

$$\Delta t \gtrsim \frac{h}{m_0 c^2} \tag{1'}$$

valables pour les coordonnées de position x et le temps t, relatives à une particule de masse m_0 (masse de repos). M. Furth ([4]) a aussi utilisé ces relations pour calculer le rapport des masses de l'électron et du proton. Il nous semble que la démonstration de M. Ruark est incomplète, parce qu'il ne considère que le cas où le corpuscule est initialement en repos.

Les démonstrations proposées par MM. Flint et Richardson nous semblent aussi insuffisantes parce qu'elles se basent sur des hypothèses pas encore

---

([1]) Il est à peine besoin de remarquer qu'avec une telle loi la vitesse angulaire et la force centrifuge deviendraient infinies au voisinage de l'axe de rotation, de sorte que cette loi simple ne peut non plus représenter la réalité. Cf. Pierre Dive, *Rotations internes des astres fluides*, p. 27; Paris, Blanchard, 1930.

([2]) *Proc. Nat. Acad. Sc.*, **14**, 1928, p. 322.

([3]) *Proc. Roy. Soc.*, **117**, 1928, p. 637.

([4]) *Phys. Zeitschr.*, **30**, 1929, p. 895.

justifiées, c'est-à-dire : ou que l'action S doit être quantifiée en tous les cas par la méthode de Planck-Bohr [1], ou qu'il existe une fréquence limite $\frac{m_0 c^2}{h}$, ou bien qu'il existe un intervalle élémentaire $\Delta t = \frac{h}{m_0 c^2}$.

Nous nous proposons de démontrer que ces relations (1) peuvent être obtenues par un raisonnement auquel ne s'appliquent pas les critiques citées. Il suffit de se servir de la méthode d'analyse des expériences réalisables, avec laquelle MM. Bohr et Heisenberg sont parvenus à établir leurs relations d'indétermination

(2) $$\Delta p_x \Delta x \gtrsim h.$$

Précisément la démonstration des relations (1) peut être faite en examinant les perturbations inévitables que nos instruments produisent dans les phénomènes élémentaires pendant la mesure. Dans cette Note nous nous bornons à exposer un cas simple et bien connu de détermination de la position d'un corpuscule grâce à son passage à travers une ouverture percée dans un écran plan. Soit d le diamètre de l'ouverture, que nous supposons circulaire. Soit x une coordonnée du corpuscule parallèle au plan du diaphragme [2]. Rappelons-nous les résultats de l'analyse que Bohr et Heisenberg ont faite de cette expérience. Pour fixer les idées, pensons à un groupe d'électrons tombant normalement avec une vitesse connue sur l'écran. En manœuvrant un volet mobile on peut découvrir le trou percé dans l'écran pendant un temps τ très court. La coordonnée x de position d'un électron qui passe par l'ouverture pendant le temps τ présente évidemment une incertitude telle que

(3) $$\Delta x \gtrsim d.$$

Par l'effet de la diffraction des ondes électroniques, la composante de la quantité de mouvement présente aussi une incertitude Δp_x, telle que

(4) $$\Delta p_x \gtrsim \frac{h}{d};$$

d'où découle la relation de Heisenberg (2).

Mais on doit se rappeler que l'incertitude en Δp_x porte comme conséquence une incertitude en x, le moment du passage étant connu avec une incertitude τ. Précisément on a :

(5) $$\Delta x \gtrsim \frac{\Delta p_x}{m_0} \tau.$$

(1) *Loc. cit.*, p. 638.

(2) La démonstration suivante est applicable aussi à une direction quelconque de l'axe x.

La validité de cette relation est évidente dans une théorie non relativiste (masse m constante). Mais si l'on introduit la variation de la masse $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$ avec la vitesse, cette validité de (5) doit être démontrée. Or une telle démonstration peut être faite par la méthode quantique en partant des équations de Dirac pour un électron (¹).

En multipliant (2) et (5) on trouve

$$(\Delta x)^2 \gtrsim \frac{h}{m_0}\tau. \tag{6}$$

Il s'ensuit que pour avoir Δx petit, on doit prendre l'intervalle de temps τ suffisamment court.

En outre la vitesse de l'électron après le passage à travers le diaphragme et la longueur d'onde associée sont aussi influencées par la mesure, car le train d'onde associé aux électrons qui ont pu passer à travers l'écran pendant le temps τ a une longueur non supérieure à la valeur $c\tau$.

L'incertitude de λ qui en résulte est donnée notoirement par la relation

$$\Delta\left(\frac{1}{\lambda}\right) \gtrsim \frac{1}{c\tau}. \tag{7}$$

Par conséquence le moment $p = \frac{h}{\lambda}$ est aussi affecté d'une incertitude

$$\Delta p \gtrsim \frac{h}{c\tau}.$$

Une limite analogue existe aussi pour chacune des composantes du moment p; en particulier, on a

$$\Delta p_x \gtrsim \frac{h}{c\tau} \tag{7'}$$

parce que les dimensions du groupe des ondes dans la direction x, dues à la perturbation qui prend origine pendant le temps τ, ne peuvent pas être supérieures à $c\,\tau$, si ce groupe correspond à un corpuscule.

(¹) Indiquons brièvement cette démonstration : on a pour la valeur moyenne $\bar{x}$ de x

$$\bar{x} = \int x\psi^*\psi\, dv.$$

On en déduit par dérivation et en tenant compte de l'équation de continuité

$$\bar{\dot{x}} = \int \psi^* \alpha_x \psi\, dv = \frac{\overline{p_x}}{m_0}$$

où α_x est une matrice de Dirac. La dernière relation donne, comme conséquence, (5).

Or, en reliant (7′) avec (5) on obtient directement la relation (1). Une démonstration parfaitement analogue vaut en tout les cas où l'on emploie, pour la mesure de position d'un corpuscule, le phénomène de choc avec d'autres particules (qui viennent d'être diffusées comme les photons dans l'expérience du Γ microscope de Heisenberg). On arrive toujours à la relation (1) en employant des relations du type (5) et (7′).

Quant à la relation (1′) pour le temps, on la déduit facilement de (1), en se servant du principe de relativité.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur la distribution des électrons dans l'atome.* Note de M. **L. Goldstein**, présentée par M. M. de Broglie.

Récemment Dirac a réussi à donner un fondement solide à la théorie statistique du champ atomique, en se basant sur un travail de Fock relatif au problème des atomes à plusieurs électrons. Fock justifie la méthode semi-empirique de Hartree et est conduit à un système d'équations d'ondes contenant des termes d'interaction dus à l'échange des électrons [1].

Au lieu de chercher à résoudre les équations d'ondes de Fock, Dirac inaugure la méthode des densités qui consiste à substituer à ces équations l'équation de densité de Schrödinger, définie par le produit $\psi\bar{\psi}$ ($\bar{\psi}$ conjugué complexe de ψ). Il est ainsi amené à la relation suivante entre le moment orbital p et le potentiel atomique V

$$\frac{p^2}{2m} - \frac{4e^2}{\pi h} p = e\mathrm{V}, \tag{1}$$

au lieu de la forme habituelle qui ne contient pas de terme linéaire en p. Celui-ci peut être considéré comme tenant compte de l'échange des électrons.

On tire de (1)

$$p_{12} = (2me)^{\frac{1}{2}} \left\{ \frac{(2m)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{3}{2}}}{\pi h} \pm \left[\mathrm{V} + \frac{1}{8me} \left(\frac{4e^2 m}{\pi h} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}. \tag{2}$$

Il est aisé de voir que la solution qui nous intéresse est, laissant de côté l'indice,

$$p = (2me)^{\frac{1}{2}} v^{\frac{1}{2}}. \tag{3}$$

(1) D. R. Hartree, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, 24, 1928, p. 89, 111. — P. A. M. Dirac, *ibid.*, 26, 1930, p. 361, 376. — V. Fock, *Z. Physik*, 61, 1930, p. 126.

où l'on a posé

$$(4) \qquad v^{\frac{1}{2}} = \frac{(2m)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{3}{2}}}{\pi h} + \left[V + \frac{1}{8me} \left(\frac{4e^2 m}{\pi h} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

le nombre $n(V)$ des électrons ayant l'énergie potentielle eV définie par (1) est, par unité de volume,

$$(5) \qquad n(V) = \frac{2}{h^3} \frac{4\pi}{3} p^3 = \frac{2}{h^3} \frac{4\pi}{3} (2me)^{\frac{3}{2}} v^{\frac{3}{2}}.$$

L'équation de Poisson permet de calculer V. On a

$$(6) \qquad \Delta V = 4\pi n(V) e = 4\pi e \frac{2}{h^3} \frac{4\pi}{3} (2me)^{\frac{3}{2}} v^{\frac{3}{2}}.$$

Ou explicitement, admettant la symétrie sphérique et tenant compte de (4),

$$(7) \qquad \frac{d^2 V}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} = C \left[(V + \alpha)^{\frac{1}{2}} + \beta \right]^3.$$

C désigne le coefficient de $v^{\frac{3}{2}}$ en (6), α et β sont les deux constantes en (4). Posant $V + \alpha = P$, (7) s'écrit

$$(8) \qquad \frac{d^2 P}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dP}{dr} - CP^{\frac{3}{2}} = C \left(3\beta P + 3\beta^2 P^{\frac{1}{2}} + \beta^3 \right)$$

avec les conditions aux limites pour V,

$$V \to \frac{Ze}{r} \quad \text{quand } r \to 0; \qquad V \to 0 \quad \text{quand } r \to \infty.$$

Le premier membre égalé à zéro représente l'équation de Thomas-Fermi (à un changement d'échelle des ordonnées près) qui ne tient compte que de l'interaction électrique des électrons entre eux et avec le noyau. Le deuxième membre représente l'effet de l'échange des électrons sur la distribution. Il est clair que (8) ne peut être résolu — comme d'ailleurs l'équation plus simple de Thomas-Fermi — que numériquement.

On peut voir, toutefois, *grossièrement* l'effet de l'échange sur le potentiel exprimé à l'aide de la fonction de distribution de Fermi. Admettons, pour un instant, que la relation (3) existe et cherchons le champ v. Ce problème est résolu et l'on a, pour un atome de numéro atomique Z,

$$(9) \qquad v = \frac{Ze}{r} \varphi\left(\frac{r}{\mu}\right),$$

et par conséquent, d'après (4),

$$V \sim \frac{Ze}{r}\varphi\left(\frac{r}{\mu}\right) - 2\alpha\left(\frac{Ze}{r}\right)^{\frac{1}{2}}\left[\varphi\left(\frac{r}{\mu}\right)\right]^{\frac{1}{2}}. \tag{10}$$

L'interaction électrique des électrons entre eux et avec le noyau serait donnée par le premier terme, le potentiel de Thomas et de Fermi, tandis que le second représenterait *grossièrement* l'effet de l'échange des électrons. Le potentiel dû à l'interaction électrique se trouve diminué, ce qui est visible sur (1).

En ce qui concerne les champs *moléculaires*, il n'est pas impossible qu'une généralisation appropriée de la méthode de Fock-Dirac permettrait d'établir la théorie *statistique* de la *liaison homopolaire* qui échappait à la statistique basée *uniquement* sur l'interaction *électrique* des corpuscules [1].

PIÉZOÉLECTRICITÉ. — *Sur les vibrations du quartz piézoélectrique suivant l'axe optique.* Note de M. **Pan-Tcheng Kao**, présentée par M. Ch. Fabry.

On sait qu'un quartz piézoélectrique [2] possède au plus trois fréquences fondamentales de vibrations se rapportant aux trois axes, à savoir : l'axe électrique, l'axe optique et le troisième axe perpendiculaire aux deux autres [3].

L'attribution à l'axe optique d'une fréquence fondamentale a soulevé bien des critiques. En effet, elle est d'abord en contradiction avec la loi de Curie, qui dit que la dimension suivant l'axe optique ne participe pas au phénomène piézoélectrique, et ensuite, un argument non moins important, c'est que pour certaines lames, on n'observe que deux fréquences fondamentales et celle qui manque est justement celle qui se rapporte à l'axe optique; or tout quartz possède les trois axes....

Cependant E. P. Tawil a montré expérimentalement [4], en utilisant

---

[1] *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 521.

[2] Il s'agit dans la présente Note des lames de quartz piézoélectriques taillées suivant les indications de Curie.

[3] Voir, par exemple, le travail de A. Hund, *Proceedings Institute-Radio Engineers*, **14**, 1926, p. 447.

[4] *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 1099, et **189**, 1929, p. 163.

soit la lumière polarisée, soit les ultra-sons émis, que des vibrations peuvent avoir lieu effectivement suivant l'axe optique, qu'il y ait contradiction ou non avec la théorie.

Il nous a semblé intéressant de tenter de concilier l'expérience et la théorie et de répondre aux arguments de la critique. D'après le résultat de nos expériences qui seront décrites plus loin, nous pouvons affirmer que tout quartz (1) possède, sans exception, les trois fréquences fondamentales, comme il possède les trois axes. De plus, les vibrations suivant l'axe optique semblent bien avoir une origine tout autre que celle des vibrations suivant les deux autres axes.

Certains auteurs ont pensé que ces vibrations, suivant l'axe optique, pouvaient avoir pour origine les déformations purement diélectriques du quartz. Cette manière de voir n'a pas été confirmée par l'expérience car, à cause du terme en V^2, au lieu de V, contenu dans l'expression de la déformation diélectrique, les vibrations mécaniques du quartz devraient se faire sur une fréquence double de celle des oscillations électriques [1]; or, rien de tel n'a été observé : la mesure de la longueur d'onde des ultra-sons émis nous montre que leur fréquence est bien celle de V et non une fréquence double.

Quelle que soit la nature intime du phénomène qui donne lieu à ces vibrations, suivant l'axe optique, nous pouvons dire dès maintenant que ce phénomène est beaucoup plus faible que le phénomène piézoélectrique qui provoque les vibrations suivant les deux autres axes.

En effet, si nous prenons un oscillateur à quartz, du type de Hund, par exemple, dont le circuit-plaque contient un circuit antirésonant, il fonctionne chaque fois que l'on accorde le circuit antirésonant sur une fréquence propre du quartz : on pourra ainsi vérifier que le quartz possède trois fréquences fondamentales. Cependant pour certaines lames, bien que l'on ait réglé le circuit antirésonant sur la fréquence calculée d'après la dimension suivant l'axe optique du quartz, celui-ci vibre sur une autre fréquence fondamentale qui est en général celle correspondant au troisième axe; nous n'observons donc plus dans ce cas que deux fréquences fondamentales : celle correspondant à l'axe optique manque. Cela a lieu toutes les fois que ces deux fréquences sont suffisamment voisines, celle correspondant à l'axe optique étant la plus grande.

---

[1] Tout au moins quand la composante continue de V est très faible ou nulle, par exemple dans le cas où le quartz est intercalé entre la grille et le filament.

Au lieu de dire dans ce cas, que cette dernière fréquence est inexistante pour ces lames, il nous a semblé plus logique de penser qu'elle est simplement masquée par l'autre; les vibrations correspondant à cette dernière étouffent celles qui devraient se faire suivant l'axe optique, bien que l'oscillateur soit accordé sur ces dernières. Il découlera de là, si notre manière de penser est correcte, que les vibrations suivant les deux axes — l'axe optique et le troisième axe — ne doivent pas avoir la même origine et de plus, le phénomène qui donne naissance aux vibrations suivant l'axe optique est certainement de beaucoup le plus faible. Par conséquent si nous parvenons à contrarier les vibrations suivant le troisième axe, au besoin jusqu'à les supprimer complètement, les vibrations suivant l'axe optique pourront alors se faire librement, d'après notre hypothèse. C'est ce que nous avons vérifié expérimentalement en nous servant d'un réflecteur placé sur le trajet des ultra-sons émis suivant le troisième axe. En plaçant le réflecteur suffisamment près du quartz et à une position telle qu'il contrarie, par les ondes réfléchies, les vibrations suivant le troisième axe, nous avons fait apparaître effectivement les vibrations suivant l'axe optique, décelable par la fréquence émise par l'oscillateur.

En résumé, tout quartz possède trois fréquences fondamentales se rapportant aux trois axes, cela ne constitue pas une contradiction avec la loi de Curie, puisque les vibrations attribuées à l'axe optique ne sont pas d'origine piézoélectrique au même titre que celles suivant les deux autres axes; et sur la nature de cette origine, tout ce que nous pouvons dire à présent c'est qu'elle ne saurait être la déformation purement diélectrique.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Sur la réfraction des pinceaux de droites.* Note de M. **A. Dargenton**, présentée par M. d'Ocagne.

Considérons p surfaces de forme quelconque séparant des milieux d'indices de réfraction n, n_1, ..., n_{p-1}, n'; la surface de rang k séparant les milieux (n_{k-1}) et (n_k).

Un pinceau lumineux conique (P), infiniment délié, dont le sommet A est dans le premier milieu (n) et dont l'angle solide est ω, se transforme par réfractions successives en une suite de pinceaux dont on sait déterminer les éléments. Les rayons moyens de ces pinceaux forment une ligne brisée plane ou gauche $AM_1 \ldots M_pA'$.

Soit σ' la section normale du pinceau P_p émergeant dans le dernier milieu (n'), faite en un point quelconque A' du rayon moyen.

Un pinceau conique P'_p de sommet A', issu du milieu (n'), d'angle solide ω', et ayant même rayon moyen que le pinceau P_p, se transforme en une suite de pinceaux ayant mêmes rayons moyens que les précédents. Soit σ la section normale du pinceau émergeant dans le milieu (n) et faite au point A.

Il existe une relation simple, que nous allons établir, entre les angles solides et les sections des pinceaux extrêmes. Soient :

i_k et i'_k les angles que font respectivement les rayons moyens $M_{k-1}M_k$ et M_kM_{k+1} avec la normale en M_k à la surface de rang k;

f_k et g_k les distances à M_k des focales du pinceau P_k;

h_k et j_k les distances à M_{k+1} des mêmes focales;

f'_k et g'_k les distances à M_k des focales du pinceau P'_k;

h'_k et j'_k les distances à M_{k+1} des mêmes focales;

a la longueur AM_1;

a' la longueur M_pA'.

Des équations classiques qui déterminent de proche en proche la position et l'orientation des focales des divers pinceaux considérés, on tire, en éliminant les angles des focales avec les plans d'incidence, la relation suivante :

$$(1)\qquad n^2\cos^2 i_1\ldots\cos^2 i_p a'^2 f'g'f'_1g'_1\ldots f'_{p-1}g'_{p-1}f_1g_1\ldots f_pg_p$$
$$= n'^2\cos^2 i'_1\ldots\cos^2 i'_p a^2 h'j'\ldots h_pj_p.$$

D'autre part, on tire des équations successives qui donnent les aires découpées dans les surfaces de séparation par les pinceaux considérés, la relation suivante :

$$(2)\qquad \omega'\sigma'\cos^2 i_1\ldots\cos^2 i_p a'^2 f'g'\ldots f_pg_p = \omega\sigma\cos^2 i'_1\ldots\cos^2 i'_p a^2 h'j'\ldots h_pj_p.$$

La comparaison des équations (1) et (2) fournit la relation cherchée, qui est générale :

$$(3)\qquad n^2\omega\sigma = n'^2\omega'\sigma'.$$

En particulier, si le point A' est sur une focale du pinceau émergeant dans le milieu (n'), σ' est nul, donc aussi σ, et le point A se trouve en conséquence sur une focale du pinceau émergeant dans le milieu (n).

Nous ferons enfin remarquer que cette formule permet de démontrer d'une façon à la fois simple et rigoureuse la loi connue de la conservation de la brillance à travers un système optique quelconque.

Nous nous proposons de développer ailleurs la démonstration ici simplement esquissée de la formule (3), qui comporte des calculs assez laborieux,

SPECTROSCOPIE. — *Spectrographe à plaque non inclinée.* Note de M. **A. Couder**, présentée par M. A. Cotton.

1. Lorsque le système des lentilles qui entre dans la construction d'un spectrographe n'est pas achromatique, le lieu du spectre pur est incliné sur l'axe de l'objectif qui le projette. Le fait que la plaque photographique est rencontrée par les faisceaux lumineux très obliquement entraîne divers inconvénients et nuit à la précision des mesures. L'achromatisme du système convergent est désirable.

Dans les instruments destinés à l'étude des radiations ultraviolettes, on utilise des achromats quartz-fluorine ou quartz-eau. Mais les beaux échantillons de fluorine sont rares et l'emploi de l'eau n'est pas sans compliquer la construction. Je décris ici un type de spectrographe dans lequel l'achromatisme est obtenu avec une seule matière, le quartz, par exemple, par l'emploi d'une lentille catadioptrique.

2. Sa disposition est celle d'un spectrographe autocollimateur (Dubosq, Littrow); le pouvoir rotatoire du quartz n'intervient donc pas. D'ordinaire, le système optique est composé d'un objectif, d'un prisme et d'un miroir plan. Dans le cas présent, l'objectif est une lentille simple convergente L_1; au miroir plan est substituée une lentille L_2, ménisque divergent, dont la face postérieure convexe est métallisée.

Soient c_1, c_2, c_3, c_4 les courbures des quatre surfaces de L_1 et L_2 considérées dans l'ordre où la lumière les rencontre à l'aller, nombres positifs si le faisceau incident est extérieur à la sphère; n l'indice de la substance employée pour une radiation prise au milieu du spectre à étudier. La longueur focale f_1 que l'on choisit impose la courbure totale de L_1

$$c_1 - c_2 = 1 : (n-1) f_1.$$

Pour abréger cet exposé, je suppose négligeable devant f_1 la distance optique d de L_2 à L_1; lorsqu'on tient compte de cette distance, qui en réalité vaut le quinzième de f_1 environ, rien d'essentiel n'est changé aux résultats.

Donnons à L_2 une courbure totale opposée à celle de L_1, soit

$$c_3 - c_4 = -1 : (n-1) f_1,$$

dès lors l'ensemble des deux lentilles est achromatique. Choisissons maintenant la cambrure du ménisque, de telle sorte que sa puissance catadiop-

trique soit nulle

$$(n-1)c_3 - nc_4 = 0.$$

Pour la radiation d'indice n, ce ménisque joue le rôle d'un miroir plan; pour les autres, il possède une faible puissance qui compense rigoureusement l'aberration chromatique de L_1.

3. Il reste à déterminer la cambrure de la lentille convergente en considérant les aberrations du système. La plus nuisible serait évidemment la coma : comme elle altère les images dissymétriquemeut, sa présence rendrait impossible toute mesure précise de position. Si l'on tient compte du fait que le prisme est placé entre les deux lentilles, et si l'on néglige la variation chromatique des coefficients d'aberration, on trouve que la coma est nulle lorsqu'on pose

$$c_1 = c_4 = -1 : f_1 \qquad c_2 = c_3 = -n : (n-1)f_1$$

Il est remarquable que ces courbures sont aussi celles qui annulent l'aberration de sphéricité. Mais en réalité, d étant petit sans être négligeable devant f_1, il y a incompatibilité entre la correction rigoureuse de la coma et de l'aberration de sphéricité. Il faut préférer une correction exacte de la première; d'ailleurs, le coefficient de l'autre se trouve alors si faible que c'est seulement dans le cas où les lentilles auraient à la fois une grande ouverture angulaire et un grand diamètre linéaire, qu'il serait nécessaire de corriger l'aberration de sphéricité en retouchant localement l'une des surfaces (la quatrième, de préférence).

Comme les spectrographes à objectif aplanétique auquel il est équivalent, l'instrument décrit ici est légèrement astigmate pour les faisceaux inclinés sur l'axe. La courbure de champ relative aux lignes spectrales (focales tangentielles) présente à peu près la valeur habituelle.

4. J'ai construit sur ce principe, à titre d'essai, un spectrographe à optique de verre. Les lentilles sont en crown et le prisme en flint dense. L'ouverture du faisceau est 4^{cm}; la focale vaut 125^{cm}. Le spectre visible, long de 20^{cm}, présente toute la netteté que permet la diffraction.

Cet instrument m'a paru si aisé à construire et à régler que sa disposition semble recommandable même dans le cas où un objectif achromatique en verre pourrait être employé. Comparée au dispositif habituel, elle présente l'avantage de permettre facilement la suppression des reflets de la lumière issue de la fente sur les faces de l'objectif : tous les deux sont des images réelles. D'autre part, la couche métallique réfléchissante est protégée, ce qui n'a lieu dans les spectrographes autocollimateurs ordinaires, que dans

le cas particulier où l'on emploie un demi-prisme, dont l'angle est nécessairement petit.

Il faut remarquer que, dans un appareil construit en verre, il y a un petit avantage à faire la lentille L_1 en crown et L_2 en flint, le calcul étant convenablement modifié. Le système n'est plus alors rigoureusement achromatique : il comporte une dispersion secondaire qui a pour effet de diminuer la courbure du champ spectral. Pour une certaine valeur de l'angle du prisme (malheureusement faible, voisine de 30° avec le flint dense) la planéité du champ est réalisée.

OPTIQUE. — *Sur l'absorption des solutions aqueuses d'acide chlorhydrique dans l'ultraviolet.* Note de M. **R. Tréhin**, présentée par M. Ch. Fabry.

Pour l'étude de cette absorption, j'utilise le dispositif expérimental suivant :

La source lumineuse est un tube à hydrogène de Chalonge et Lambrey, produisant un spectre continu ultraviolet. Une lentille achromatique quartz-fluorine sert à produire un faisceau parallèle qui traverse normalement une cuve de verre à fenêtres de quartz. Une seconde lentille identique à la précédente projette l'image de la source sur la fente d'un spectrographe de Hilger à optique de quartz. Afin d'étalonner les plaques, pour utiliser les méthodes de la photométrie photographique, la réduction de l'intensité lumineuse dans des proportions déterminées est obtenue à l'aide de grilles ou d'écrans en forme de secteurs circulaires placés immédiatement derrière la cuve et mis en rotation uniforme par un moteur électrique. Les longueurs d'onde sont repérées en encadrant le spectre par les raies de l'aluminium.

Les recherches spectroscopiques nécessitent l'emploi de substances rigoureusement pures. J'ai repris l'étude des meilleurs procédés de purification de l'eau, de préparation des solutions chlorhydriques et de conservation de ces liquides. Les spectres obtenus dans diverses conditions de préparation ont été comparés entre eux au microphotomètre de Chalonge et Lambert. Cette comparaison a montré la nécessité des méthodes suivantes pour obtenir des résultats réguliers.

Toutes les réactions doivent être effectuées dans des appareils entièrement en Pyrex dont les diverses parties sont raccordées par des rodages à l'émeri sans interposition d'aucun lubrifiant. Les liquides doivent être conservés dans des flacons de même verre bouchés à l'émeri.

Eau. — L'eau distillée du commerce est redistillée sur le permanganate de potassium en présence d'acide sulfurique, puis sur l'hydrate de baryte et enfin une troisième fois sans addition d'aucune substance; les 300 premiers centimètres cubes étant rejetés à chaque distillation.

Acide chlorhydrique. — J'utilise les deux modes classiques de préparation avec des produits commercialement aussi purs que possible.

1° Chasser le gaz de la solution par addition d'acide sulfurique concentré goutte à goutte.

2° Traiter, à chaud, le chlorure de sodium fondu par l'acide sulfurique concentré.

Le gaz est dissous dans l'eau pure. Quel que soit le nombre des laveurs, les spectres présentent parfois, selon l'origine des produits ou le procédé de préparation, des différences qu'on ne peut attribuer à des erreurs expérimentales.

La discussion des résultats obtenus à ce sujet m'a conduit à admettre la présence dans les produits utilisés de matières étrangères diverses.

1° Des traces d'impuretés classiques (fer, chlore libre, arsenic, bromures, iodures, etc.) subsistant toujours dans tout acide commercial même garanti pur.

2° Des impuretés introduites accidentellement au cours des manipulations industrielles (matières organiques).

Dans le but de les éliminer, j'ai solidifié, à l'aide d'air liquide, le gaz chlorhydrique préalablement desséché sur l'anhydride phosphorique. Laissant ensuite réchauffer lentement l'appareil et dissolvant dans l'eau le gaz qui passe en tête, j'ai obtenu des solutions dont les spectres sont identiques à concentration égale.

Résultats. — J'ai actuellement étudié l'absorption des solutions aqueuses d'acide chlorhydrique entre 2816 et 1990 Å pour des concentrations comprises entre 0,5 et 13 molécules par litre sous des épaisseurs de 10 et 20^{mm}.

Dans ces limites, pour chaque solution, et sous une épaisseur déterminée, l'absorption augmente d'une manière parfaitement continue quand la longueur d'onde décroît.

Pour toute longueur d'onde supérieure à 2320 Å l'absorption augmente constamment avec la concentration. Au-dessous de 2320 Å, l'absorption croît d'abord quand la concentration augmente puis, elle présente un maximum pour une certaine concentration. Cette dernière diminue quand on avance dans l'ultraviolet.

Exemples. — Environ 12 molécules par litre pour $\lambda = 2230$ Å; environ

11 molécules par litre pour $\lambda = 2170$; environ 10,5 molécules par litre pour $\lambda = 2140$.

L'existence de ce maximum d'absorption montre nettement que la loi de Beer ne s'applique pas aux solutions aqueuses concentrées d'acide chlorhydrique. On admet généralement que l'absorption des solutions étendues est due à l'ion Cl^-. Les résultats précédents montrent que la nature des particules absorbantes doit se modifier dans les solutions concentrées.

Je poursuis cette étude pour essayer de préciser la nature de ces modifications.

PHOSPHORESCENCE. — *Sur les phénomènes de phosphorescence présentés par les tubes à décharge en silice fondue.* Note de M. **R. Zouckermann**, présentée par M. A. Cotton.

Récemment, M. Volkringer (¹) a remarqué qu'un tube à décharge en silice fondue, contenant de l'azote ou des vapeurs métalliques portées à une température de quelques centaines de degrés, présentait, *aussitôt la décharge terminée*, et en même temps que des colorations brun violacées bien connues des spectroscopistes (²) des phénomènes de phosphorescence, d'autant plus brillants, mais d'autant plus brefs, que la température du tube était plus élevée.

J'ai eu moi-même l'occasion d'examiner ces phénomènes, et j'ai pu en observer des particularités importantes qui permettent de les classer parmi des faits connus depuis longtemps.

Le tube, d'une longueur totale de 13^{cm}, avait un diamètre de 3^{cm}, sauf en son milieu où, sur une longueur de 3^{cm}, le diamètre était de $0^{cm},8$. Il recevait par ses extrémités, au moyen d'électrodes extérieures et sous une tension de 300 volts environ, des courants de haute fréquence ($10^m < \lambda < 600^m$), d'intensité 0,2 ampère environ. La pression intérieure du gaz était de $0^{mm},6$ de Hg. Dans ces conditions, j'ai constaté l'existence de phosphorescences même sans chauffer le tube. Une décharge de quelques secondes est déjà suffisante. Mais la coloration n'apparaît que pour des décharges plus longues (quelques heures), qui échauffent le tube. La phosphorescence est alors plus vive.

(¹) Volkringer, *Thèses*, 1930, p. 59 et sq.

(²) Souvent signalées, mais non rattachées aux phénomènes de phosphorescence avec lesquels on les observe.

J'ai établi qu'en réalité on peut distinguer deux phénomènes différents, que la silice ne présente, d'ailleurs, qu'après avoir été, pour ainsi dire, « activée » par la décharge (¹).

Si l'on opère à l'obscurité, on observe *aussitôt après la décharge* une lueur bleu vert qui s'affaiblit peu à peu et disparaît en quelques minutes. Il semble s'agir d'un phénomène de phosphorescence dû aux rayons U. V. émis avec intensité à l'intérieur du tube (²). En effet, si, lorsque la lueur a disparu, *et même plusieurs mois après*, on soumet le tube à l'action d'une source extérieure de rayons U. V. (lampe à vapeur de Hg), on constate de nouveau la phosphorescence.

De plus, *même plusieurs mois après la décharge*, le tube présente des phénomènes de thermophosphorescence. Il émet, à partir de 200° environ, une lueur ayant le même aspect que la lueur de phosphorescence simple, d'autant plus intense, mais d'autant plus brève, que la température est plus élevée. L'opération peut être répétée plusieurs fois, mais un chauffage assez long, assez répété, ou assez énergique, fait disparaître complètement et définitivement les phénomènes.

J'ai essayé sans succès de distiller la couche colorée pour la faire réapparaître, en même temps que les luminescences, sur des parties froides déjà décolorées par chauffage : l'endroit chauffé émet une vive lueur et se décolore, mais il n'y a pas de dépôt sur les parties froides.

Ces observations se rattachent à des observations analogues, nombreuses mais plus ou moins complètes selon les cas, relatives à des substances très diverses, le plus souvent cristallisées, soumises à certains rayonnements ondulatoires ou corpusculaires. C'est ainsi que dès 1903, Curie (³) a signalé des phénomènes tout à fait identiques présentés par des substances soumises aux rayons du radium, et que les substances soumises à l'action des rayons cathodiques semblent se comporter de même (⁴).

Les phénomènes qui font l'objet de la présente Note semblent également dus au bombardement des parois par les ions et les électrons.

(¹) La silice fondue qui n'a pas subi l'action des décharges ne possède qu'une faible fluorescence.

(²) Une pose de 1 minute suffisait pour obtenir les bandes de l'azote dans la région U. V., dans les conditions où il fallait 10 secondes pour obtenir le spectre du fer.

(³) Mme Curie, *Ann. de Phys. et Chimie*, 7e série, **30**, 1903, p. 193-198. Voir aussi Przybram, *Verfärbung und Luminescenz durch Becquerelstrahlen* (*Zeits. f. Phys.*, **20**, 1923, p. 196).

(⁴) Wiedemann et Schmidt, *Ueber Luminescenz* (*Ann. der Phys.*, **54**, 1895, p. 604).

POUVOIR ROTATOIRE. — *Sur les composés de l'acide tartrique et du cuivre.* Note de M. **J. Giuntini**, présentée par M. Ch. Fabry.

Ce travail fait suite à celui de M. Gabiano ([1]). Celui-ci, en opérant par la méthode indiquée par M. Darmois ([2]), a pu montrer que l'oxyde de cuivre précipité se dissout à froid dans l'acide tartrique en donnant le tartrate $TCu, 3H^2O (T = C^4O^6H^4)$. Si l'on chauffe vers 60° l'oxyde fraîchement précipité et dispersé dans l'eau [$1^g Cu(OH^2)$ dans 250^{cm^3}] et si l'on ajoute ensuite l'acide tartrique, on peut arriver à dissoudre $2Cu(OH)^2$ pour $1 TH^2$. Le tableau suivant donne les pouvoirs rotatoires spécifiques des solutions obtenues en dissolvant $\frac{1}{1000}$ TH^2 et $\frac{x}{1000}$ $Cu(OH)^2$ dans 100^{cm^3}; les rotations sont mesurées 24 heures après la dissolution; la concentration totale est calculée comme la somme des poids de TH^2 et CuO.

x	0.	0,25.	0,50.	0,75.	1.	1,25.	1,50.	1,75.	2.
$[\alpha]_{5780}$	26°	85°	168°	240°	360°	346°	166°	+ 2°	—96°
$[\alpha]_{5460}$	26	80	160	228	340	332	170	+ 3	—65
$[\alpha]_{4358}$	26	94	184	260	391	380	235	+83,3	+23,3

On voit que $[\alpha]$ pour le vert, d'abord droit passe par un maximum pour $x = 1 (TCu)$, puis décroît, s'annule et devient gauche pour $x = 2$, la dispersion correspondante étant anormale. L'aspect des solutions se modifie en même temps, de bleu très pâle jusqu'à $x = 1,25$, elles deviennent bleu intense pour $x > 1,5$. De plus les solutions, non dichroïques dans le spectre visible pour TCu, deviennent très dichroïques pour TCu^2. Le tableau suivant donne les mesures effectuées sur une solution contenant $\frac{10}{1000}$ de CuO et $\frac{5}{1000}$ de TH^2 dans 250^{cm^3}; l'épaisseur traversée est de 2^{cm} pour H_α, 5^{cm} pour les autres radiations.

Radiations.	Rotations (α).	Dichroïsme (φ).
$H_{\alpha 6563}$	+0°,02 (rotation droite)	0°,40 (ellipse dextrorsum)
$H_{g 5780}$	—0,29 (rotation gauche)	0,30 »
$H_{g 5461}$	—0,20 »	0,16 »
$H_{\beta 4861}$	—0,08 »	0,01 »
$H_{g 4358}$	+0,06 (rotation droite)	0,01 »

([1]) *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1059.
([2]) *Journal de Physique*, 4e série, 5, 1924, p. 225.

La solution contenant TCu^2 est encore nettement acide à l'électromètre ($pH = 5$ mesuré à l'électrode à la quinhydrone). Nous avons étudié les solutions obtenues en ajoutant de la soude et de l'ammoniaque à cette liqueur acide; les mesures suivantes se rapportent à des solutions contenant $\frac{20}{1000}$ de TH^2 par litre; les solutions sodiques sont dichroïques, mais les ellipticités n'ont été mesurées jusqu'ici que pour les solutions ammoniacales; épaisseur, 5^{cm}.

Addition de NaOH,

	Molécules de NaOH pour 1 de ($TH^2 + 2CuO$).							
	0,25.	0.50.	0,75.	1.	1,25.	2.	3.	5.
Rotations.	°	°	°	°	°	°	°	°
α (5780)....	−0,35	−0,03	−2,15	−2,25	−0,98	−0,35	+0,98	+1,05
α (5461)....	−0,30	−0,02	−2,39	−2,58	−0,98	−0,33	+0,95	+1,05
α (4358)....	+0,02	+0,05	−2,02	−2,17	−0,82	−0,28	+0,88	±1

Le dichroïsme circulaire est nul dans l'indigo; pour les autres radiations, il est assez important (mesures à venir).

Addition de AmOH.

	Molécules de AmOH pour 1 TCu^2.					
	0.	0,5.	1.	1,5.	2.	3.
Rotation α_{5780}.....	−0°,30	−0°,36	−0°,40	+0°,13	0°,47	0°,62
....	......	......	......	......	.....	....
Ellipticité φ_{5780}....	0,30	0,16	0,31	0,73	0,90	0,48
Rotation α_{5461}.....	−0,20	−0,23	−0,40	0	0,26	0,37
....	......	......	......	.	....	...
Ellipticité φ_{5461}....	+0,17	0,43	0,30	0,48	0,51	0,47
Rotation α_{4358}.....	+0,06	0	0	+0,43	+0,69	0,83
....	......	.	.	......	......	....
Ellipticité φ_{4358}....	0,01	0	0	0	0	0

Toutes les ellipticités sont dextrorsum.

On voit que (α) passe par un minimum pour la composition TCu^2Na ou TCu^2Am; les rotations observées étant fortement gauches alors que celles obtenues dans des conditions analogues avec TCu sont fortement droites.

Nous nous occupons de chercher si les solutions étudiées ci-dessus renferment des composés définis.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Sur la variation du pouvoir rotatoire des camphosulfonates en présence des sels neutres* Note de MM. **E. Darmois** et **Jean-Pierre Pérez**, présentée par M. Ch. Fabry.

Dans des publications antérieures, l'un de nous a montré que le pouvoir rotatoire des tartrates neutres subit des variations importantes quand on leur ajoute un sel neutre tel que LiCl. Les explications proposées (déformation et déshydratation des ions actifs) admettent jusqu'à un certain point que les tartrates neutres sont des électrolytes forts; cette supposition, probablement correcte pour les tartrates, ne l'est plus pour l'acide tartrique ([1]). Dans le but d'étudier un acide fort actif et ses sels, nous nous sommes adressés au nouvel acide camphosulfonique récemment découvert par M. Frérejacque ([2]). L'acide, le sel de sodium, le sel de baryum ont été étudiés en solution dans l'eau à 20°, d'abord purs, puis additionnés de divers sels neutres. On a retrouvé dans tous les cas la variation de (α) en présence du sel neutre inactif, (α) diminuant quand la concentration du sel croît. Nous donnons seulement ici quelques-unes des mesures effectuées sur le sel de sodium. Les concentrations du sel ont été déterminées à partir d'une solution mère, qu'on dilue par pesées à un volume connu; le sel ajouté est pesé sec. La quantité μ désigne la force ionique totale de la solution $\mu = \sum \frac{1}{2} m_i z_i^2$, où m_i est la molarité d'un ion et z_i sa valence; la quantité $\sqrt{\mu}$ est la variable utilisée dans la théorie des électrolytes forts pour représenter l'effet des forces interioniques sur la conductibilité, les propriétés osmotiques, etc.

Sel de Na *pur.* — $(\alpha)_{5461}$ décroît très légèrement, de 94,8 pour $C = 2$ à 94,2 pour $C = 14,5$ $(\sqrt{\mu} = 0,79)$.

Sel de Na *et* NaCl. — La concentration du sel actif est sensiblement constante et égale à 3,04; les poids du sel actif, de NaCl, de l'eau sont relatifs à 100^{cm^3} de solution environ.

([1]) Voir à ce sujet la discussion générale sur le pouvoir rotatoire (*Transactions Faraday Society*, 26, 1930, p. 397), avec les remarques de C. Druker concernant l'acide camphosulfonique de Reychler.

([2]) *Thèse*, Paris, 1930.

Sel.	Na Cl.	Eau.	μ.	√μ.	$(\alpha)_{5461}$.
3,038	0	98,065	0,122	0,35	96,0
3,037	2,2425	97,150	0,520	0,72	95,3
3,047	2,9975	97,105	0,652	0,81	94,0
3,042	5,335	95,805	1,076	1,04	92,5
3,040	7,490	96,045	1,456	1,20	93,3
3,038	13,335	93,500	2,563	1,60	89,2
3,040	18,470	91,370	3,581	1,89	87,5

SEL DE Na ET $BaCl^2$. — *Première série* (la concentration du sel actif est 7,5 environ).

Sel.	$BaCl^2$.	Eau.	μ.	√μ.	(α) 5461.
7,512	0	95,257	0,3105	0,564	94,9
7,502	0,599	95,380	0,4011	0,634	93,8
7,508	2,185	94,906	0,6426	0,80	93,0
7,449	8,090	94,367	1,5415	1,24	90,7
7,507	10,525	94,200	1,9253	1,38	90,2

Deuxième série (la concentration du sel actif est 4,3 environ).

4,317	0	97,250	0,1756	0,419	94,8
4,314	1,565	97,235	0,3959	0,63	94,7
4,313	3,865	96,775	0,7515	0,87	92,5
4,306	5,520	96,685	0,996	1,00	91,5
4,316	7,750	95,500	1,351	1,16	91,4
4,310	12,325	95,110	1,704	1,30	90,2
4,320	16,815	94,355	2,751	1,66	89,0
4,302	24,382	93,035	3,947	1,99	87,0

SEL DE Na ET $LaCl^3$.

Sel.	$LaCl^3$.	Eau.	μ.	√μ.	(α) 5461.
3,045	7,765	99,600	1,956	1,40	91,5
3,045	15,530	98,500	3,972	1,99	88,6
3,045	22,550	97,640	5,724	2,40	86,8

SEL DE Na ET $(NO^3)^4Th$.

Sel.	$(NO^3)^4Th$.	Eau.	μ.	√μ.	(α) 5461.
3,035	0	98,050	0,122	0,35	96,2
3,042	10,850	94,735	2,512	1,22	92,6
3,047	24,987	91,517	5,82	2,42	90,0
3,0335	35,115	87,815	8,416	2,90	91,3

On voit que l'addition d'un sel neutre diminue nettement le pouvoir rotatoire; les sels employés ci-dessus, contenant des cations de valence différente,

produisent des effets différents si on les rapporte à la concentration moléculaire du sel ajouté, les cations de valence élevée produisant un effet plus grand.

Si l'on trace au contraire les courbes $(\alpha) = f(\sqrt{\mu})$, ces courbes sont beaucoup plus voisines pour les divers sels; l'influence de la valence est donc représentée en première approximation par la quantité théorique $\sqrt{\mu}$. Il reste cependant entre les sels des différences individuelles, qui rappellent les actions spécifiques déjà trouvées pour les tartrates. Jusqu'ici, on n'a pas trouvé d'augmentation de (α) par addition d'un sel; il est possible que cela tienne à l'absence de l'effet de déshydratation, les gros ions organiques du genre de $C^{10}H^{15}O.SO^{3-}$ passant pour non hydratés en solution.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire paramagnétique des cristaux de xénotime aux très basses températures, et sur la saturation paramagnétique.* Note (¹) de MM. **Jean Becquerel** et **W. J. de Haas**, transmise par M. Pierre Weiss.

L'axe optique du cristal ayant été rendu parallèle au faisceau lumineux et au champ magnétique, les mesures des rotations ont été faites dans une région spectrale dépourvue de bandes d'absorption (longueurs d'onde utilisées 5615,7 et 5780,1) de manière à éviter les perturbations locales dues aux bandes. Nous n'avons pas réussi à employer la méthode de l'analyseur à pénombre, à cause des difficultés de réglage dans un temps aussi court que celui dont on dispose dans une séance avec l'hélium liquide (3 heures environ). Ces difficultés proviennent, d'une part de la forte biréfringence du cristal, d'autre part du manque d'intensité lumineuse (le cristal n'est pas très transparent, et de plus la lumière traverse les 12 parois de verre du cryostat). Nous avons employé la méthode de Broch (avec adjonction d'un quartz rotatoire) : même si le réglage n'est pas excellent, les cannelures du spectre sont suffisamment nettes. Les erreurs sont de l'ordre du degré, ce qui est assez considérable pour des rotations qui ne dépassent pas 75°, mais ces erreurs étant accidentelles, nous avons corrigé l'imprécision par la multiplicité des déterminations.

Nous nous bornerons à indiquer les résultats importants qui résultent de l'examen des courbes représentant les rotations en fonction de $\frac{H}{T}$ (H champ magnétique, T température absolue).

(¹) Séance du 20 octobre 1930.

1° Aux températures réalisables avec l'hélium liquide, et dans un champ dépassant 20000 g, *la saturation paramagnétique est presque totalement obtenue*. C'est le premier exemple d'une aussi grande approche à la saturation (ordre de grandeur de 99 pour 100 à 4°,2 pour H = 27000 g).

2° Les courbes pour T = 4°,22 et T = 1°,38 ont même asymptote ($\rho_\infty = 75°,3_5$ pour $\lambda = 5615,7$ et l'épaisseur de $0^{mm},80$), mais sont très différentes l'une de l'autre. La courbe pour 1°,38 est tout entière au-dessous de la courbe pour 4°,22 ; l'écart, qui atteint un maximum d'environ 9° entre les valeurs 1500 et 2000 de $\frac{H}{T}$, est de beaucoup supérieur aux erreurs de mesure. On peut affirmer aussi que les tangentes à l'origine des deux courbes ne sont pas les mêmes. Il suit de là que *la fraction de saturation* $\left(\frac{\rho}{\rho_\infty}\right)$, *n'est pas représentée par une fonction de la seule variable* $\frac{H}{T}$, contrairement à ce qui se produit pour la tysonite, la parisite, et les verres aux terres rares jusqu'à présent étudiés (Ce, Pr, Nd, Dy) ([1]).

Quelques expériences ont été faites à des températures intermédiaires; bien qu'elles soient moins bonnes que les précédentes, elles sont suffisantes pour affirmer que le passage de la courbe obtenue pour 4°,22 à celle pour 1°,38 est progressif : la variation de la rotation quand la température s'abaisse, pour une même valeur de $\frac{H}{T}$, est peu prononcée aux environs de 4°,2; elle s'accentue de plus en plus rapidement à mesure qu'on approche de 1°,38.

3° La courbe obtenue pour 1°,38 n'est certainement ni une tangente hyperbolique ni une courbe de Langevin ([2]). Par contre, la courbe pour 4°,2 a une allure de tangente hyperbolique; on la trouve en effet assez voisine d'une courbe en forme de tangente hyperbolique correspondant à une valeur du moment magnétique un peu supérieure à 6,5 magnétons de Bohr, mais nettement inférieure à 7 magnétons.

4° La courbe pour T = 14°,34 (hydrogène liquide sous pression de 6^{cm}) est, beaucoup mieux que la courbe à 4°,2, représentée par une tangente hyperbolique avec un moment magnétique voisin de 7 magnétons. Admettant 7 magnétons on obtient déjà pour cette température une fraction de saturation de 70,5 pour 100 dans le champ maximum employé (26730 g). Quant à l'asymptote calculée, on la trouve un peu plus haute (de 3°) que

---

([1]) Les expériences sur les verres n'ont pas encore été publiées.

([2]) Une formule théorique sera donnée par M. A. Kramers.

pour les températures obtenues avec l'hélium : un changement de l'asymptote révèle une variation de l'absorption par la bande active; ce fait se produit (beaucoup plus marqué d'ailleurs) avec les cristaux de tysonite et de parisite pour lesquels l'absorption diminue encore au-dessous de 4°, alors que pour le xénotime elle devient constante.

Il est clair, d'après ces résultats, que la rotation paramagnétique dans le xénotime obéit à une loi qui, à mesure que la température s'élève, tend vers la loi simple en tangente hyperbolique déjà obtenue pour la tysonite et la parisite. Le moment magnétique actif dans le xénotime a certainement une valeur voisine de 7 magnétons de Bohr, peut-être égale exactement à 7.

PHYSIQUE. — *La rotation paramagnétique dans les cristaux uniaxes de terres rares.* Note (¹) de M. **H. A. Kramers**, transmise par M. Pierre Weiss.

Jean Becquerel (²) a démontré que les effets magnéto-optiques dans les cristaux uniaxes de terres rares mènent à la conclusion que les ions métalliques se trouvent dans un champ électrique très intense, symétrique par rapport à l'axe optique du cristal. L'existence d'un tel champ doit être attribuée à l'action des ions qui se trouvent au voisinage de l'ion métallique considéré. Dans un système de coordonnées dont l'origine est située dans le noyau de l'ion métallique, le potentiel pourra être développé de la manière suivante :

$$U = u_0 + u_2 + u_3 + \ldots \tag{1}$$

où u_k (³) désigne un polynome harmonique de degré k. Il n'y aura pas de terme linéaire parce que l'ion se trouve en état d'équilibre. En général les termes u_2 du second degré auront sur le mouvement des électrons dans l'ion considéré une influence prépondérante.

Par exemple, dans le xénotime (quadratique) dont la structure du réseau a été déterminée par Végard, on trouve

$$u_2 = -0{,}03 \frac{w_0}{a_0^2}(x^2 + y^2 - 2z^2) \tag{2}$$

(¹) Séance du 20 octobre 1930.

(²) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 127.

(³) M. Bethe a étudié récemment d'une façon générale les propriétés de symétrie que les polynomes u_k pourront présenter (*Ann. d. Physik*, 5, Bd 3, 1929, p. 133).

où

$$w_0 = \frac{2\pi^2 e^4 m}{h^2}; \qquad a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 e^2 m},$$

l'axe des z étant parallèle à l'axe optique du cristal.

L'état fondamental dans lequel se trouve la couche des électrons 4_3, dans un atome triplement ionisé d'une terre rare quelconque, sera décomposé en plusieurs états d'énergies différentes, dus à l'influence du champ (1). C'est en étudiant l'effet d'un champ magnétique sur ces états qu'on peut expliquer les résultats que Jean Becquerel et W. J. de Haas ont trouvés dans leurs expériences sur la polarisation rotatoire paramagnétique dans les cristaux de terres rares aux basses températures.

Quand le champ et le faisceau sont parallèles à l'axe optique, la rotation dans la tysonite suit avec grande précision la loi ([1])

$$(3) \qquad \rho = \rho_\infty(\mathrm{T}, \lambda) \operatorname{tang\,hyp} \frac{n\mu_{\mathrm{B}}\mathrm{H}}{k\mathrm{T}}$$

où $\rho_\infty(\mathrm{T}, \lambda)$ est une rotation à saturation, μ_{B} le magnéton de Bohr, k la constante de Boltzmann, et n un nombre très voisin de 1. Cette rotation est due au cérium ([2]) et la loi (3) s'explique en remarquant que dans le champ électrique intra-moléculaire, le niveau fondamental de l'unique électron 4_3 du Ce^{+++} libre est décomposé en des niveaux qui sont chacun doublement dégénérés. Le plus bas de ces niveaux, qui est le seul subsistant aux très basses températures, sera décomposé par le champ magnétique en deux niveaux dont la distance sera $n\mu_{\mathrm{B}}\mathrm{H}$. En désignant par ρ_∞ la rotation du plan de polarisation qui aurait lieu si tous les ions ne se trouvaient que dans le plus bas de ces niveaux, la loi de Boltzmann-Gibbs conduit immédiatement à la formule (3). La valeur 1 de n s'explique en admettant que le champ électrique interne a été assez fort pour débrayer à peu près l'accouplement entre l'orbite et le spin de l'électron 4_3 ([3]). L'action du champ magnétique consiste alors principalement en une orientation du spin, qui correspond précisément à un magnéton de Bohr ([4]).

---

(1) JEAN BECQUEREL et W. J. DE HAAS, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1720.

(2) JEAN BECQUEREL et W. J. DE HAAS, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1156.

(3) Si l'état de l'électron magnétogène était l'état 5_2 (Gibbs et White, *Phys. Rew.*, 33, 1929, 157), les conclusions qui précèdent resteraient les mêmes.

(4) Jean Becquerel et W. J. de Haas avaient déjà vu la signification de la loi en tangente hyperbolique et fait remarquer que la valeur $n = 1$ évoque l'idée d'un simple retournement de l'axe magnétique de l'électron (*Journal de Physique*, 10, 1929, p. 292-293).

La théorie prévoit aussi l'existence, dans la tysonite, d'une rotation paramagnétique normale à l'axe optique. La forme de la loi sera encore (3), mais on prévoit que ρ_∞ et n prendront d'autres valeurs que dans le cas précédent. Jean Becquerel ([1]) a montré l'existence d'un tel effet à des températures ordinaires; avec W. J. de Haas (expériences non encore publiées) il a confirmé la loi (3) à de très bases températures.

Dans le xénotime la rotation ne suit plus la loi simple en tangente hyperbolique aux très basses températures. La théorie m'a conduit à proposer la loi suivante:

$$(4) \qquad \rho = \rho_\infty(\mathrm{T}, \lambda) \frac{n\mu_\mathrm{B}\mathrm{H}}{\sqrt{(n\mu_\mathrm{B}\mathrm{H})^2 + \mathrm{K}^2}} \operatorname{tang\,hyp} \frac{\sqrt{(n\mu_\mathrm{B}\mathrm{H})^2 + \mathrm{K}^2}}{k\mathrm{T}},$$

K est une constante tellement petite ($1{,}00\ \mathrm{cm}^{-1}$) que l'écart entre (4) et (3) n'est sensible qu'à des températures au-dessous de 4°K. On déduit cette loi en admettant que le niveau le plus bas de la couche 4_3 est déjà dédoublé par les forces intra-moléculaires en 2 niveaux non magnétiques, la grandeur du doublet étant 2K. La valeur 7 de n semble démontrer que les ions qui causent la rotation sont les ions du gadolinium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude rœntgenographique de la gélatinisation de la nitrocellulose*. Note de MM. **Desmaroux** et **M. Mathieu**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une première Note (*Comptes rendus*, 190, 1930, p. 752) nous avons signalé une partie des différences qui existent dans les rœntgenogrammes que donnent les films de nitrocellulose pure et ceux qui contiennent de 5 à 40 pour 100 en poids de diphénylurée symétrique (diéthylcentralite). Nous avons poursuivi cette étude en faisant les rœntgenogrammes de films contenant les gélatinisants suivants en proportions indiquées entre parenthèses :

Diméthylphényl-*o*-tolylurée (50 pour 100 en poids);
Cyclohexanone (50 pour 100);
Méthylnaphtylcétone (40 pour 100);
Benzophénone (40 pour 100);
Diuréthane de la pipérazine (50 pour 100);
Acétophénone (40 pour 100);
Nitroglycérine (50 pour 100).

([1]) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 215.

Le diagramme de la nitrocellulose (12,06 d'azote) est comme on sait formé d'un unique anneau de diffraction diffus (on a employé la radiation K du cuivre).

I. Le diagramme du film formé de nitrocellulose et de gélatinisant est fait de un ou de deux anneaux, suivant le gélatinisant employé. Le maximum du premier de ces anneaux est à peu près à la place où se trouve le maximum du cercle de diffraction donné par la nitrocellulose seule. L'autre cercle, quand il existe, est très net et intérieur au premier.

L'anneau extérieur de grand diamètre est toujours plus étroit et plus net que celui de la nitrocellulose.

La netteté est très accusée dans le cas de l'éthylcentralite, de la diméthylphényltolylurée, de la cyclohexanone. L'anneau de diffraction est sensiblement moins net dans le cas de la méthylnaphtylcétone, de la benzophénone, du diuréthane de la pipérazine. Enfin il n'y a presque aucun changement dans le cas de l'acétophénone et aucun changement avec la nitroglycérine.

II. Quand on chauffe les films à 70° pendant quelques jours, la netteté est accrue dans le cas, classé plus haut entre la diéthylcentralite et l'acétophénone, c'est-à-dire dans le cas de la benzophénone et de la méthylnaphtylcétone. Dans les cas extrêmes la chaleur ne détermine aucune différence.

III. Nous avons fait des films de nitrocellulose et de mélanges de nitrocellulose et de centralite à partir de solutions dans l'acétone. Le résultat est identique à ceux que nous avons obtenus à partir de solutions dans le mélange éther-alcool. Dans le cas de solutions dans l'acétone, il faut prendre garde à la précipitation de la nitrocellulose quand il y a des traces d'eau.

IV. Dans cette étude nous avons laissé de côté l'action des corps de la famille du camphre. Cette action semble différente de celle des corps appelés habituellement gélatinisants et qui ont fait l'objet des recherches exposées ici.

V. Un diagramme fait avec les rayons X parallèles au film montrent une orientation très nette. Si l'on met dans le film des proportions croissantes de centralite, l'orientation diminue jusqu'à n'être plus apparente pour 40 pour 100 de gélatinisant. Les films à forte teneur en nitroglycérine gardent leur orientation.

Il semble intéressant de remarquer en conclusion, *que la classification donnée dans le paragraphe II pour les gélatinisants, laquelle est indépendante de toute interprétation des diagrammes*, est celle que l'un de nous avait

obtenue par la mesure du coefficient de partage. Les gélatinisants se classent alors d'après l'inclinaison de la partie rectiligne de la courbe qui représente l'absorption du gélatinisant par la nitrocellulose (Desmaroux, *Mémorial des Poudres*, 1928, p. 1).

On peut établir le parallélisme des 3 caractères étudiés, à savoir : absorption du gélatinisant par la nitrocellulose, netteté des interférences provenant de la diffraction des rayons X, disparition des orientations de la matière dans les films coulés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'exposant d'hydrogène de l'eau.* Note de MM. **A. Kling** et **A. Lassieur**, présentée par M. J. Perrin.

Dans deux Notes précédentes (¹), nous avons donné le résultat d'expériences poursuivies en vue de fixer l'exposant d'hydrogène de l'eau. Nos expériences ont été faites, soit par la voie colorimétrique, soit par la voie électrique, en utilisant la méthode potentiométrique, avec addition de chlorure de potassium à l'eau, pour lui assurer une conductibilité suffisante, et aussi deux autres méthodes qui nous ont permis d'opérer sur l'eau pure. Tous ces essais concordent pour fixer à l'eau un pH d'environ 5,8.

L'objection nous a été faite que l'acidité observée pouvait être due aux petites quantités de gaz carbonique en solution dans l'eau, et en équilibre avec le gaz carbonique de l'atmosphère, conformément à la loi de Henry. L'objection a sa valeur, car, en calculant avec les données que nous possédons, et qui sont un peu incertaines, le pH des solutions carboniques obtenues par l'exposition de l'eau à l'air, on trouve que le liquide peut en effet présenter un pH de l'ordre de celui que nous avons indiqué pour l'eau pure.

Dès le début de nos essais, nous nous sommes mis, autant qu'il nous a paru possible, à l'abri de ces erreurs et nous sommes persuadés que nos expériences n'ont pas été troublées par la présence du gaz carbonique.

Toutefois, pour nous assurer de l'exactitude de nos résultats, nous avons effectué des expériences par voie électrométrique, en nous mettant rigoureusement à l'abri du gaz carbonique.

La méthode suivie et qui a déjà été décrite par nous consiste à opposer deux cellules à hydrogène, renfermant l'une l'eau en expérience, l'autre un

(¹) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 1062, et **189**, 1929, p. 637.

liquide choisi dans une gamme de pH connus. Quand les deux liquides contenus dans chacune des cellules ont même pH, la pile présente une force électromotrice nulle. On constate ce résultat au moyen d'un électromètre capillaire.

La modification à nos expériences anciennes réside en ce que l'eau distillée, dans un alambic de platine, après avoir été additionnée de soude, est reçue directement dans la cellule à hydrogène hors de tout contact avec l'air, l'appareil étant toujours parcouru par un courant d'hydrogène pur.

De cette façon, le gaz carbonique de l'air n'intervient en rien dans les mesures. Celles-ci nous ont conduits aux résultats déjà connus, qui attribuent à l'eau le $pH = 5,8$.

Nous avons recherché si la température a une action sur le pH de l'eau. Un petit ballon en verre d'Iéna rempli de ce liquide et additionné de bromothymol bleu est chauffé presque aux environs de l'ébullition sans que la couleur soit modifiée. D'autre part, ce même liquide, refroidi jusqu'à congélation, après être passé par la période de surfusion, ne présente pas la moindre variation de teinte. On peut donc conclure que le pH de l'eau est indépendant de la température dans une zone assez étendue.

CHIMIE MINÉRALE. — *Complexe du cyanure de vanadium quadrivalent.* Note de M. **Al. Yakimach**, présentée par M. G. Urbain.

Tout en complétant nos recherches sur les composés du manganèse quadrivalent [1] nous avons pensé que le vanadium quadrivalent serait également apte à fournir des complexes du même genre. Et, en effet, nous avons réussi à en préparer un.

Vanadi-(4)-cyanure de potassium. — On ajoute peu à peu, à une solution concentrée de cyanure de potassium, une solution également concentrée d'acétate de vanadium quadrivalent, tout en agitant constamment.

Cette solution devient verte et, au bout de quelques semaines laisse déposer de beaux cristaux d'un composé vert qui, examinés au microscope, se présentent sous la forme de prismes assez souvent groupés en macles. Un excès d'acétate de vanadium provoque une décomposition immédiate aux dépens de ce composé. Si par contre la quantité d'acétate de vanadium

[1] V. Auger et Al. Yakimach, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 603. — Al. Yakimach, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 681.

ajoutée n'est pas suffisante, la décomposition se produit également, quoique beaucoup plus lentement. Les cristaux obtenus se décomposent très rapidement à l'air, aussi faut-il opérer très vite lorsqu'on les sépare de l'eau mère et qu'on les lave à l'alcool, ce solvant ne les attaquant pas. Dissous dans l'eau ils se décomposent presque immédiatement. Par contre ils recristallisent bien dans l'eau additionnée de cyanure de potassium. Ils se décomposent à 150° en noircissant. L'analyse du produit a été effectuée de la façon suivante :

On a déterminé le cyanogène, après distillation de la solution acidulée par SO^4H^2, par la méthode de Liebig-Denigès. Le vanadium a été titré par MnO^4K et précipité par le cupferron. Le potassium a été pesé à l'état de sulfate. La valence du vanadium a été déterminée par oxydation au MnO^4K et par une deuxième oxydation au MnO^4K après réduction par SO^2.

Analyse :

	Trouvé pour 100. I.	Trouvé pour 100. II.	Calculé pour $K^2V(CN)^6$.
V	17,72	17,81	17,90
CN	54,28	54,39	54,69
K	27,70	27,82	27,41

CHIMIE ORGANIQUE. — *Migration de restes aminés de 1 en 3 chez les arylamines dérivées des diarylaryléthinylcarbinols. Constitution des composés obtenus.* Note de M. **Joseph Robin**, présentée par M. Delépine.

Dans une Note précédente [1], nous avons indiqué que l'action de l'aniline sur l'éther chlorhydrique $(C^6H^5)^2 = CCl - C \equiv C - C^6H^5$ du diphénylphényléthinylcarbinol conduisait à un dérivé jaune azoté pour lequel nous avons proposé la formule (II).

a. En étudiant de plus près cette réaction, nous avons observé l'apparition fugace d'un autre corps qui disparaît, au cours de l'opération, en se transformant en ce dérivé jaune.

Nous avons pu isoler ce composé intermédiaire. Il cristallise en aiguilles incolores de pf = 87°-88°. D'après l'analyse et la cryoscopie, il a même formule brute, $C^{27}H^{21}N$, que le produit jaune, dont il est par suite l'isomère.

---

(1) J. Robin, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 252.

Sa propriété la plus saillante est son isomérisation aisée en dérivé jaune; la transformation se fait complètement par léger chauffage en présence d'une trace de chlorhydrate d'aniline. Ce catalyseur est indispensable : le composé chauffé seul ou en présence d'aniline libre reste inaltéré.

Le retour inverse du corps jaune au corps blanc, par contre, n'a jamais pu être réalisé, malgré de nombreux essais.

Le nouveau dérivé est nettement plus basique que l'ancien; il peut, en effet, former avec l'acide chlorhydrique un sel isolable, régénérant facilement le produit initial sous l'influence de bases, même très faibles. Du rubrène peut être obtenu par action ménagée de la chaleur sur le chlorhydrate, alors qu'il est impossible d'en former de la même façon à partir du corps blanc seul.

Une autre réaction importante différencie nettement les deux isomères : celle de l'alcool méthylique, en milieu acide sulfurique dilué. Avec le corps jaune, rappelons (1) que cette action donne d'emblée une cétone éthylénique, la β-phénylbenzalacétophénone,

$$(C^6H^5)^2{=}C{=}CH-CO-C^6H^5.$$

Avec le nouveau corps, il se forme, dans les mêmes conditions, l'éther oxyde méthylique du carbinol initial

$$(C^6H^5)^2{=}C(OCH^3)-C\equiv C-C^6H^5.$$

A la vérité, la cétone éthylénique finit par apparaître à la longue dans le milieu réactionnel, par suite de l'hydrolyse bien connue des éthers-oxydes de ce type (2), mais elle n'est manifestement pas le premier terme de la réaction.

b. Dans notre travail antérieur, nous avions donné au dérivé jaune la constitution d'une cétimine [formule (II)] en raison de son passage aisé à la cétone éthylénique, de sa formation à partir de celle-ci et de sa coloration.

$$\begin{array}{c}C^6H^5\\C^6H^5\end{array}\!\!>\overset{1}{C}(NHC^6H^5)-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-C^6H^5 \qquad \begin{array}{c}C^6H^5\\C^6H^5\end{array}\!\!>\overset{1}{C}=\overset{2}{C}H-\overset{3}{C}(=NC^6H^5)-C^6H^5.$$

(I). Blanc. (II). Jaune.

Le passage facile du produit blanc azoté à l'éther-oxyde méthylique, corps acétylénique, conduit à attribuer au nouveau composé une constitution acétylénique. Toute autre hypothèse obligerait à admettre, lors du

(1) J. Robin, *loc. cit.*

(2) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et H. Blatt, *Bull. Soc. chim.*, 35, 1924, p. 1412.

retour au type de formule de l'éther-oxyde, une régénération de triple liaison sans analogue connu, donc peu vraisemblable.

Ainsi le corps aniliné blanc se rattache à la série des dérivés simples du carbinol primitif, tout comme l'éther chlorhydrique ou les éthers-oxydes. Nous lui attribuons donc la formule (I) où le reste aminé, NHC^6H^5, est substitué purement et simplement à l'atome de Cl de l'éther chlorhydrique initial.

c. Les observations ci-dessus ont été étendues à plusieurs arylcarbinols et à diverses arylamines. Elles présentent, en série aromatique, un réel caractère de généralité, comme on peut en juger par le tableau ci-dessous.

Éthers chlorhydriques.	Bases.	Corps blanc forme (I). P. F.	Corps jaune forme (II). P. F.
Du diphénylphényléthinylcarbinol......	aniline	87°-88°	199°-200°
	o-toluidine	139-140	192-193
	m-toluidine	117-118	139-140
	p-toluidine	115-116	174-175
	o-anisidine	140-141	non cristallisé
	p-anisidine	non cristallisé	148-149
Du diphényl-*p*-tolyléthinylcarbinol.....	aniline	118-119	162-163
Du diphényl-β-naphtyléthinylcarbinol..	aniline	146-147	149-150
Du diphényl-*p*-bromophényléthinylcarbinol.............................	aniline	151-152	138-139

En résumé, par action d'une arylamine sur un éther chlorhydrique d'un diarylaryléthinylcarbinol nous avons obtenu deux isomères, l'un blanc, de formule du type (I) (série du carbinol acétylénique), l'autre jaune, de formule du type (II) (série de la cétone éthylènique).

d. D'après les formules (I) et (II), le résultat global de l'isomérisation signalée revient à une migration du résidu arylaminé de la position 1 à la position 3, suivie d'un réarrangement intramoléculaire. Le mécanisme du phénomène fait l'objet d'une étude spéciale.

ANALYSE MICROSCOPIQUE. — *Micro-réactions colorimétriques des protides gluténogènes et des gels cellulosiques du grain de blé.* Note de M. **Paul Bruère**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Au cours d'une étude sur le grain de blé, poursuivie depuis la formation du fruit jusqu'à sa maturité, nous avons obtenu d'intéressantes colorations

par l'emploi d'indicateurs de Mansfield Clark, pratiquement limités au vert et au pourpre de bromocrésol (série pH) et à la phénosafranine (série rH^2).

L'utilisation de ces indicateurs, en solution à 1^{cg} pour 20^{cm^3} d'alcool à 60° neutre, permet de localiser sur une coupe : d'une part, les protides gluténogènes qui apparaissent en bleu, en violet pourpre ou en vert, et, d'autre part, les gels cellulosiques qui ressortent en rose vif ou orangé.

Aucune coloration n'est fournie par les gels amylacés ou apparentés aux pentosanes; il en est de même des lipides.

Le vert de bromocrésol (jaune $pH \leqq 3,6$ et bleu $pH \geqq 5,2$) donne immédiatement sur une coupe transversale du grain, des amas compacts, bleus, inclus dans les cellules de l'amande qui sont soudées à la plus interne des six membranes de l'écorce, appelée assise à diastases (Gabriel Bertrand) de préférence à assise protéique (Guignard). Nous retrouvons là associés et différenciés, les éléments histologiques qui fournissent au broyage les gruaux vêtus.

Dans l'amande moyenne, qui donne les gruaux blancs, la compacité des protides gluténogènes est nettement diminuée et s'accuse très faible au centre d'où provient, dès le début de la mouture, la farine fleur.

Lorsqu'on opère sur une farine, le jeu de la lamelle sur la lame porte-objet permet d'expulser, des amas bleus gluténogènes, les grains d'amidon et les débris cellulosiques, puis d'observer la réunion de masses bleues, pâteuses, amiboïdes, correspondant au gel peptisé extrait sous le nom de gluten humide.

En opérant avec le pourpre de bromocrésol (jaune $pH \leqq 5,2$ et violet pourpre à la neutralité) les colorations obtenues mettent en évidence une acidité ionique qui croît de la périphérie au centre de l'amande.

Les écarts extrêmes 6,8 et et 5,6 observés à la maturité correspondent pour le grain à une moyenne voisine de 6,2.

La farine récemment extraite avec un rendement représenté par le poids à l'hectolitre du grain « industriellement propre » est sensiblement au $pH = 6$. Cette farine s'en écarterait par un taux d'extraction beaucoup plus faible, la chloration, le vieillissement, etc.

La phénosafranine utilisée comme indicateur de superposition permet de caractériser l'ensemble des gels cellulosiques qui constituent les « rougeurs » des produits de mouture; cette micro-réaction les colore en rose vif ou orangé, d'autre part elle accentue vers le bleu violacé les amas gluténogènes nettement différenciés et amiboïdes.

Les parois de l'assise à diastases ne se colorent en rose qu'à la maturité

du grain; leur contenu ne paraît pas réagir aux colorants mis en jeu. Il en est de même des parois cellulaires de l'amande, dont l'usure par repassages au cours de la mouture conduit aux remoulages. Ceux-ci, en meunerie, sont toujours associés à des sons fins brisés appelés recoupettes à caractère cellulosique.

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que ces micro-réactions colorimétriques respectent l'intégrité des tissus végétaux; des recherches sont en cours avec application aux céréales panifiables et aux graines alimentaires riches en protides.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Survie et développement de plantes vertes pendant des mois et plus d'une année en récipients hermétiquement clos.* Note de MM. **J. Beauverie** et **L. Treyve**, présentée par M. Molliard.

Des expériences nombreuses nous ont montré que des plantes vertes peuvent, non seulement vivre, mais se développer, quelquefois fleurir, dans des récipients rigoureusement clos, renfermant du terreau humide, et cela pendant des semaines, des mois et même, dans certains cas, près de deux ans, durée extrême de nos expériences en cours.

Il y a eu dans cette voie des précurseurs : de Saussure (1804); des physiologistes contemporains : Maquenne et Demoussy (observations complétées par MM. Dangeard) et surtout M. Molliard; l'objectif et les moyens de ces derniers étaient différents des nôtres. MM. Jahandiez ont fait des expériences sans doute inédites. Enfin, R. H. Wallace vient de publier (1928) des recherches qui se rapprochent sans doute beaucoup des nôtres, mais que nous ne connaissons encore que par une brève analyse des *Biological abstracts*. Nous reviendrons ailleurs sur cet historique.

Dans des bocaux de verre, de formes et de dimensions diverses, on place une quantité de terreau humide relativement importante, on dispose les plantes : graines, plançons, plantules, etc.; on bouche hermétiquement, en scellant d'une couche aussi épaisse que possible de paraffine; on dispose enfin les récipients de manière qu'ils reçoivent la lumière diffuse du jour; c'est la condition indispensable. Nous avons fait ainsi les observations suivantes :

a. Les graines germent s'il se trouve simultanément une plante verte : Lin, *Begonia, Setaria* et quelques autres Graminées, *Oxalis scricta, Stellaria media*, etc. Le retard de la germination est considérable (2 mois pour

le *Begonia*); mais une fois commencée, la plante peut arriver à remplir le bocal de ses feuilles; les Graminées ont fleuri.

b. Des plantules ou boutures de 3 ou 4^{cm} de hauteur arrivent à remplir de leur végétation très normale de grands bocaux scellés ($0^{cm},40$ de hauteur sur $0^{cm},30$ de diamètre) : *Begonia*, Tomate, Pyrèthre, *Ægopodium* (hort.), *Tradescantia virginica*, *Achyranthes*, *Primula grandiflora*, Cyclamen, Selaginelle; d'autres ont végété sans autant de vigueur : *Adiantum capillus-veneris*, If, Epicea (ont donné des pousses); survie de *Lunularia*.

c. Le Géranium-lierre, l'*Anthericum*, se sont conservés quelques mois et ont péri. Les plantes grasses supportent mal ce traitement : *Gasteria*, *Sempervivum*, *Echeveria*, *Sedum*, Serpentine. Il apparaît ainsi que l'excès d'humidité du terreau est contraire à des plantes plus ou moins xérophiles (cas aussi du *Begonia*, voir ci-dessus). Le *Phyllocactus* a montré une exception remarquable; c'est le plus ancien cas de survie en cours (près de deux ans).

d. Les plantes aquatiques paraissent s'accommoder peut-être mieux encore que les plantes terrestres d'une atmosphère rigoureusement confinée.

e. Nous avons observé des floraisons : Graminées, *Primula grandiflora*, *Stellaria media*, etc. Nous ne pouvons dire encore si la fructification est possible; cela ne paraît pas probable; un pied de Sélaginelle développé avec une admirable vigueur ne portait pas d'épis fructifères, alors que le témoin en avait formé de nombreux;

f. Des plantes enfermées, déjà fleuries, voient leur floraison persister un temps bien plus long que chez le témoin : *Primula grandiflora* a fleuri pendant deux mois; le Cyclamen est resté en fleurs vingt jours de plus que le témoin.

g. De petits animaux enfermés en même temps que les plantes vertes : alevins de poissons, petits mollusques, têtards, etc., peuvent vivre plusieurs jours (dix jours pour les alevins); leur taille ne s'accroît pas, les têtards sont manifestement anormaux.

h. Nous avons dit plus haut la très longue durée de cette végétation : des mois et même des années; il va sans dire que cette survie extraordinaire est pourtant limitée et dépend notamment de la nature spécifique des plantes, des dimensions du récipient, de la composition et de l'abondance du terreau, de sa teneur en eau, etc.

i. L'association dans le même récipient de plantes différentes peut amener des phénomènes de suppléance.

j. Le terreau se couvre de végétation de mousses et d'algues.

k. Il se produit dans les récipients des variations de pression interne que l'on constate dans les cas où un manomètre à mercure leur est adapté.

L'explication de cette survie des plantes vertes en vase clos a été donnée, après de Saussure, par Maquenne, par Molliard, par Wallace; il s'agit du balancement, de l'équilibre qui s'établit entre la respiration et la fonction chlorophyllienne. Il faut ajouter autre chose dans nos expériences où l'accroissement en poids de la substance sèche est manifeste : le rôle du terreau déjà mis en évidence par Demoussy et Molliard. Il se dégage du CO^2 sous les actions microbiennes et même en dehors de celles-ci; la réduction des sels minéraux doit engendrer de l'oxygène; le terreau apporte encore les sels minéraux et certaines substances organiques utilisables.

Les applications de ces faits curieux nous paraissent nombreuses. Nous en poursuivons l'étude. Les problèmes de physiologie soulevés sont multiples. Au point de vue pratique, signalons les applications suivantes : possibilité de transport de plantes vivantes des pays les plus éloignés sans arrosages, sans personnel, avec la seule exigence de la lumière diurne; possibilité de conserver longtemps des plantes vertes et des plantes fleuries sans soins particuliers, quels que soient l'état hygrométrique et les émanations du laboratoire ou de l'appartement; la question de l'aération des serres peut être remise en cause. Les naturalistes floristes ou cytologistes ou physiologistes trouveront là le moyen d'avoir toujours sous la main le matériel *vivant* au moment qui leur conviendra, qu'il s'agisse de phanérogames ou cryptogames chlorophylliens (algues, plankton, etc.).

PHYSIOLOGIE. — *Sur le parallélisme existant chez les Poissons entre leur résistance aux variations de salinité et l'indépendance de leur milieu intérieur.* Note de M. **Fontaine**, présentée par M. L. Joubin.

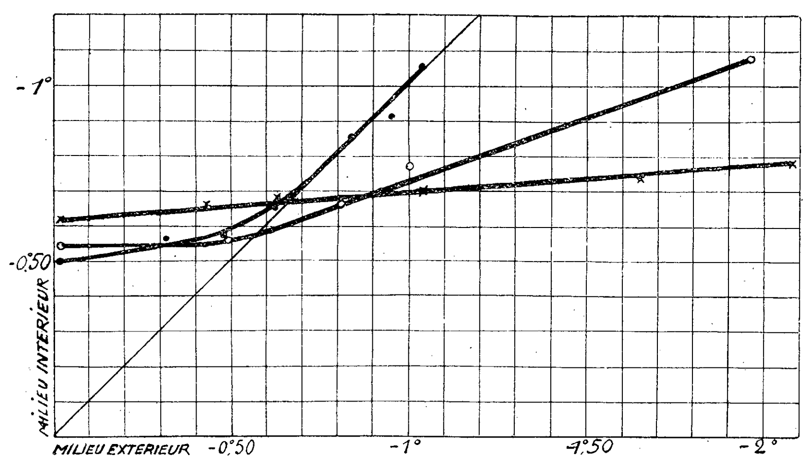
Au cours d'une étude [1] sur le milieu intérieur de la Lamproie marine, nous avons suivi les variations de la pression osmotique du milieu intérieur de ce poisson en fonction des variations de salinité du milieu extérieur.

Il nous paraît intéressant de rapprocher nos résultats de ceux obtenus par Duval et Portier [2] sur la Carpe et l'Anguille. Si l'on construit, en

(1) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 680.

(2) Duval et Portier, *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1366, et **175**, 1922, p. 324.

effet, pour chacun de ces poissons, la courbe représentative des variations de la concentration moléculaire du milieu intérieur en fonction de celles du milieu extérieur, on obtient le graphique ci-dessous,



Point de congélation du sérum en fonction de celui du milieu extérieur.
1° de Carpe ●; 2° de Lamproie ○; 3° de l'Anguille ×.

On remarque que la courbe obtenue sur la Lamproie est moins inclinée sur l'axe des abscisses que celle obtenue sur la Carpe (Poisson sténohalin), mais qu'elle l'est plus que celle obtenue sur l'Anguille (Poisson parfaitement euryhalin). Cette position intermédiaire de la courbe concernant la Lamproie indique que l'influence de la salinité du milieu ambiant sur la concentration du sang est plus faible chez la Lamproie que chez la Carpe, mais sensiblement plus marquée que chez l'Anguille.

Or, il est hors de doute que la Lamproie, au moins à un certain moment et dans une certaine mesure, est adaptée aux variations de salinité puisque c'est un Poisson anadrome. D'autre part, elle s'est, dans nos expériences, révélée nettement moins résistante que l'Anguille. C'est ainsi que nous ne sommes point parvenu à faire vivre dans l'eau de mer les Lamproies pêchées en eau douce, bien que la salure ait été réalisée progressivement. Or on sait que l'Anguille, pourvu qu'on lui laisse son mucus, est capable de passer directement de l'eau douce dans l'eau de mer.

Ainsi donc, du seul point de vue résistance aux variations de salinité, la Lamproie doit être placée entre les Poissons sténohalins (Carpe) et les Poissons parfaitement euryhalins (Anguille). C'est aussi la place qu'elle prend si l'on compare les modifications de la pression osmotique du milieu intérieur de ces divers poissons sous l'action des changements de salinité.

La plus ou moins grande résistance d'un Poisson aux variations de salinité semble donc bien liée à l'indépendance plus au moins marquée de son milieu intérieur vis-à-vis du milieu extérieur.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'excitabilité réflexe et les phénomènes réfractaires dans les centres.* Note de M. **H. Laugier** et Mlle **L. Lubinska**, présentée par M. Louis Lapicque.

Le réflexe linguo-maxillaire (¹) présentant la propriété d'être mis en jeu par une excitation unique, il vient immédiatement à l'esprit de chercher à provoquer sur cet objet le tétanos réflexe complet, par la répétition d'excitations rapprochées, appliquées sur les voies sensitives. Or les recherches entreprises dans ce sens ont mis en évidence, lorsque les excitations sont suffisamment rapprochées, un phénomène intéressant et imprévu que nous avons étudié. L'expérience est la suivante.

Sur un chien anesthésié, généralement par chloralmorphine, on place des électrodes sur les voies sensitives de l'arc réflexe linguo-maxillaire, et l'on provoque des contractions réflexes en appliquant à ces électrodes des stimuli rythmés. Dans ces conditions, si les stimuli sont séparés par des intervalles de 1 seconde ou davantage, à chaque stimulus correspond un réflexe d'abaissement de la mâchoire inférieure, que l'on enregistre avec ces rythmes. Pour des stimuli de forme et d'intensité invariables, les réponses réflexes sont parfaitement régulières même pendant plusieurs heures, et ne présentent que les variations d'amplitude d'origine respiratoire antérieurement signalées, ou des modifications d'ensembles dues aux modifications de la profondeur de l'anesthésie. Mais si l'on porte des stimuli plus rapprochés, on voit qu'après la contraction réflexe initiale, normale, les contractions diminuent d'amplitude rapidement, et après trois ou quatre contractions décroissantes, se stabilisent à un niveau inférieur, plus bas que celui de la contraction initiale. Ce niveau inférieur de régime est d'autant plus bas que les stimuli sont plus rapprochés, et si la fréquence atteint ou dépasse quinze par seconde, les contractions réflexes disparaissent quasi totalement, et la mâchoire inférieure reste complètement immobile.

(¹) Henri Cardot et Henri Laugier, *Contribution à l'étude de l'excitabilité réflexe; le réflexe linguo-maxillaire et ses caractéristiques* (*Arch. intern. physiol.*, 25, III, 1923, p. 295-308.

Voici les chiffres d'une expérience type :

Expériences. — Chien anesthésié au chloral morphine. Excitations rythmées par ondes d'ouverture de bobine d'induction.

Intervalle des stimulés en secondes.	Hauteur moyenne des réponses réflexes en millimètres.
1,25	34
0,4	31,6
0,27	26,4
0,2	20
0,13	7
0,10	3,6
0,066	1,4

Ainsi, si l'on veut exprimer les résultats expérimentaux sans faire d'hypothèse on peut dire qu'après une excitation, se produit quelque part sur l'arc réflexe un phénomène qui a pour effet une diminution de l'efficacité des excitations subséquentes, phénomène qui évolue, suivant la courbe correspondant aux chiffres ci-dessus, et en un temps *de l'ordre de grandeur de la seconde.* S'agit-il de phénomènes de fatigue, d'inhibition, de période réfractaire? Ces manifestations rentrent-elles dans la catégorie du fait décrit jadis par Wedensky? Il est difficile pour le moment de le préciser. Toujours est-il qu'il est intéressant d'étudier les caractéristiques de ce phénomène.

1° Il se produit quelle que soit la forme des excitations appliquées aux voies sensitives (onde d'induction, décharge de condensateurs) et quel que soit le point des voies sensitives excité (muqueuse de la langue, nerf lingual).

2° Il s'atténue si l'on prolonge pendant longtemps les excitations rythmées. Après un temps variable, de l'ordre de quelques minutes, si les stimuli rythmés se poursuivent, on voit les réponses augmenter d'amplitude et un tétanos plus ou moins complet se produire. Si l'on suspend quelques minutes les excitations, on observe de nouveau dès qu'on les reprend le même phénomène de diminution des réponses pour les rythmes fréquents.

3° Constatation intéressante comme renseignement sur la complexité du centre réflexe. Le phénomène paraît porter *exclusivement* sur les éléments centraux directement atteints par l'influx centripète, et ne pas se généraliser à tout le centre réflexe. En effet pendant le temps où sous l'action d'excita-

tions rythmées portées sur un point de la zone réflexogène, on observe avec la plus grande netteté la diminution des réponses, les réponses réflexes, que l'on peut déclencher en excitant quelque autre point de la zone réflexogène, restent sensiblement d'amplitude normale. Cette expérience qui est de la plus grande netteté paraît bien obliger à conclure à une très large indépendance dans les centres des éléments où se produit ce phénomène particulier, et comme conséquence également à un certain degré d'autonomie des arcs réflexes partiels, que l'on peut mettre en jeu en excitant des points différents de la zone réflexogène.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sensibilité du Spermophile de Macédoine* (Citillus citillus) *au Kala-Azar méditerranéen.* Note de MM. **Georges Blanc** et **J. Caminopetros**, présentée par M. F. Mesnil.

Depuis Smyly et Young, nous connaissons un animal très sensible au virus du Kala-Azar, c'est le Hamster de Chine (*Cricetulus griseus*). Martin Mayer a montré que le Hamster d'Europe (*Cricetus frumentarius*) possède la même sensibilité. Nous avons trouvé, en Macédoine, un autre rongeur qui, au moins pour le virus du Kala-Azar méditerranéen, s'est montré un véritable animal réactif de cette maladie. C'est le Spermophile ou *Citillus citillus*. Cette petite marmotte vit en colonies nombreuses, sur les terres sèches proches des champs de céréales et à proximité d'un cours d'eau. En Grèce, nous l'avons trouvée abondante dans la Macédoine occidentale, de Salonique à Florina. Facile à conserver en captivité, de maniement aisé, ce rongeur sauvage devient un véritable animal de laboratoire.

Il est d'une sensibilité au Kala-Azar qu'on ne saurait mieux comparer qu'à la sensibilité du cobaye à l'infection tuberculeuse. Quel que soit le mode d'inoculation : voie cutanée, sous-cutanée, sous-conjonctivale, intrapéritonéale, intratesticulaire, ou intrahépatique; quelle que soit la forme du virus inoculé, forme flagellée de culture, forme leishmanienne, provenant de ponction de rate humaine ou d'organes broyés d'animaux infectés, toujours le Spermophile s'infecte et toujours il meurt. La durée de la maladie varie suivant le mode et l'intensité de l'inoculation; elle est de un à cinq mois, avec une moyenne de deux mois et demi. L'inoculation intrahépatique paraît la plus sévère. L'infection se généralise rapidement. En 15 jours, la rate, le foie sont riches en leishmanies; on en trouve dans le sang circulant. En deux à trois semaines, la rate peut passer de $0^g,12$ poids normal à $0^g,90$.

Nous avons réussi à infecter le Spermophile en lui inoculant sous la peau, après les avoir broyés, des arthropodes qui s'étaient gorgés, quelques jours auparavant, sur un animal infecté.

Le Spermophile est aussi sensible au virus du chien qu'à celui de l'homme. Il ne fait pas d'infection généralisée lorsqu'il est inoculé avec le virus du Bouton d'Orient (origine Grèce), alors même que ce virus (pulpe de bouton riche en parasites) donne au singe (*Cerc. patas*) de très beaux boutons.

La maladie du Spermophile. — Le Spermophile infecté meurt cachectique, très amaigri, avec, fréquemment, des ulcérations cutanées. Le foie est gros; la rate est énorme : de $0^g,12$ à $0^g,20$, poids normal, elle peut atteindre $2^g,50$ à $2^g,70$. Tous les organes contiennent des Leishmanies. La rate, le foie, la moelle osseuse, les ganglions en fourmillent; le poumon est très riche. On en trouve également sur les frottis de peau ulcérée et de peau saine (derme et tissu cellulaire sous-cutané), de sang, de cerveau, d'intestin, etc. L'examen histologique, sur coupes, est très instructif : le foie, à faible grossissement, donne l'impression de rate, parsemé qu'il est de sortes de corpuscules. Ces corpuscules sont constitués d'amas considérables de macrophages bourrés de parasites. Les amas se forment à la périphérie des vaisseaux; les cellules hépatiques ne sont pas parasitées. Le rein montre également, à côté des tubes urinifères et des glomérules intacts, des nodules de macrophages bourrés de parasites. Là aussi ces nodules se développent au niveau des vaisseaux du glomérule. On en trouve d'énormes au hile. Dans la rate, les sinus sont gonflés, remplis de macrophages infectés, de même les cordons qui, par endroits, donnent l'image d'une tumeur du tissu réticulo-endothélial, avec de nombreuses cellules géantes polynucléées et toujours bourrées de parasites.

Dans les poumons, même aspect de nodules périvasculaires; les alvéoles sont, par endroits, remplies de cellules parasitées. On trouve encore des macrophages parasités dans les capillaires du myocarde, mais on ne trouve pas de nodules. Dans le cerveau, les cellules nerveuses sont intactes. C'est toujours dans les vaisseaux ou à leur niveau que l'on observe les cellules parasitées. Il y en a aussi dans les formations lymphoïdes de l'intestin, et le derme est riche en histiocytes infectés. On a, en résumé, le tableau d'un véritable « blocage » du système réticulo-endothélial par les Leishmanies.

De ce que nous venons d'exposer, on peut conclure que :

1° Le Spermophile de Macédoine (*Citillus citillus*) est d'une sensibilité extrême et constante au virus du Kala-Azar méditerranéen.

2° Cette sensibilité est la même, que le virus soit d'origine canine ou d'origine humaine, ce qui est en faveur de l'identité de ces deux virus.

3° Le Spermophile ne fait pas d'infection généralisée après inoculation de virus de Leishmaniose cutanée. Fait qui plaide en faveur de la dualité des virus du Kala-Azar et du Bouton d'Orient.

4° Le sang du Spermophile infecté est riche en parasites et peut infecter des arthropodes piqueurs.

Il ressort de ces faits que le Spermophile se montre un animal de choix pour l'étude du Kala-Azar et de son mode de transmission.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Actions à distance et développement de l'œuf d'Oursin. Nouvelles expériences.* Note de M. **J. Magrou** et Mme **M. Magrou**, présentée par M. F. Mesnil.

Nous avons montré antérieurement [1] que diverses suspensions microbiennes et certaines réactions chimiques sont capables d'exercer à distance, sur le développement de l'œuf d'oursin, une action qui se traduit par l'apparition de larves aberrantes; cette action se manifeste malgré l'interposition d'une glace de quartz entre la substance active et l'eau de mer renfermant les œufs. Deux interprétations de ce fait sont possibles : ou bien, l'influence observée s'exerce sans qu'il y ait aucun contact matériel entre les œufs et la substance active, ou bien elle est due au contact matériel d'un produit qui, émané de cette substance, atteindrait les œufs en contournant le récipient de quartz, malgré les joints paraffinés qui isolent son contenu de l'atmosphère sous-jacente.

Bien que, pour des raisons exposées d'autre part [2], cette seconde hypothèse nous paraisse difficilement acceptable, nous avons tenu à la soumettre à un contrôle expérimental rigoureux.

Les œufs d'Oursin (*Paracentrotus lividus*) ont été d'abord exposés aux microbes ou produits actifs dans des flacons de quartz bouchés à l'émeri et protégés par un joint hydraulique, semblables à ceux que Mlle Choucroun a employés pour des expériences sur le même sujet [3]. Chaque expérience comportait un flacon exposé et un flacon témoin rigoureusement symétrique, à l'exposition près. Le tableau suivant résume les résultats :

(1) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 802; **188**, 1929, p. 733 (avec Mlle Choucroun); **189**, 1929, p. 779 (avec M. Reiss).

(2) J. Magrou, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 84; et *Bull. Inst. Pasteur*, **28**, 1930, p. 393.

(3) N. Choucroun, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 782, et *Ann. Physiol.*, **6**, 1930, p. 331.

—, développement normal; +, développement irrégulier (nombreuses formes anormales mêlées à des *pluteus* normaux); +++ développement très anormal (les anomalies observées ont été décrites et figurées dans nos publications antérieures).

Expériences.	Substances actives.	Témoins.	Exposés.
I	*B. tumefaciens*	+	+++
II	»	+	+++
III................	»	+	+++
IV	»	—	+
V................	»	—	+
VI................	»	—	+++
VII................	glucose-bichromate	—	+
VIII	*B. tumefaciens*	—	+++
IX................	glucose-permanganate	—	+++
X	phénosafranine réduite	—	+++

Le tableau révèle une action constante des suspensions microbiennes et des mélanges chimiques, sous-jacents aux œufs, en dépit de la fermeture hydraulique des flacons. Ces résultats confirment ceux que nous avions obtenus précédemment (4 expériences), en exposant les œufs dans ces mêmes flacons. Pourtant, le fait que les lots témoins ont parfois présenté quelques irrégularités (expériences I, II et III) suggère que les larves s'accommodent moins bien du séjour en vase clos que de la vie dans les conditions expérimentales usuelles, en récipients non bouchés et seulement protégés contre l'évaporation par un couvercle de verre. Aussi, dans une nouvelle série d'expériences, avons-nous introduit en vases clos non les œufs, mais les substances actives.

Des boîtes de verre circulaires, de 4^{cm} de diamètre intérieur et de 1^{cm} environ de hauteur, munies d'une tubulure latérale obliquement dirigée vers le haut, sont largement ouvertes, soit à leur face supérieure, soit à leur face inférieure. L'ouverture est entourée d'un rebord rodé, de $0^{mm},5$ de large. Elle est fermée hermétiquement au moyen d'une glace de quartz (ou, chez les témoins, d'une lame de verre) scellée *à la picéine* sur le rebord rodé. On introduit dans la boîte la suspension microbienne ou les produits chimiques dont on veut éprouver l'action (une ampoule soufflée sur le trajet de la tubulure permet de ne faire qu'au moment voulu, par inclinaison de l'appareil, le mélange des réactifs chimiques), puis on ferme l'orifice avec une pipette scellée à la picéine et fermée à la lampe à son extrémité effilée. L'eau de mer contenant les œufs occupe un récipient formé par un anneau de verre collé à la paraffine sur la lame de quartz (boîtes à ouverture supérieure) ou un récipient (en verre ou en quartz) sur lequel repose la fiole scellée (boîtes à ouverture inférieure). Chaque expérience comportait des lots témoins non exposés, mais renfermés dans des récipients

rigoureusement identiques à ceux qui contenaient les lots exposés. Comme substances actives, nous avons employé des suspensions microbiennes [*B. tumefaciens*, Staphylocoques, levures (¹)] et du glucose en voie d'oxydation (fragment de glucose plongé dans une solution concentrée de permanganate de potassium).

Sur 18 lots exposés dans ces conditions, 12 ont donné des développements très anormaux, 6 des développements irréguliers. Les 22 lots témoins correspondants se sont tous développés de façon normale.

On voit par là que les substances enfermées dans les récipients scellés ont toujours agi sur le développement des œufs placés au-dessus ou au-dessous. Pourtant, ces récipients offrent, contre toute possibilité de fuites matérielles, des garanties rigoureuses; on sait, en effet, et nous l'avons vérifié dans le cas de nos montages, que les joints picéinés tiennent le vide. Plus sûrement encore que les joints hydrauliques, ils opposent donc un obstacle infranchissable aux molécules les plus subtiles.

Dans plusieurs cas, nous avons fait plonger dans les lots témoins l'extrémité, ouverte et recourbée vers le bas, du tube de dégagement de la boîte qui renfermait la substance active. Les œufs ne s'en sont pas moins développés normalement, ce qui exclut toute action, sur le développement, de produits émanés de la culture ou de la substanee active et capables de cheminer jusqu'aux œufs par le tube de dégagement.

Parallèlement au dispositif scellé décrit ci-dessus, nous avons employé aussi notre ancien montage (cuve de quartz enchâssée à la paraffine dans le couvercle percé d'une boîte de Petri). Les lots exposés dans ces cuves aux mêmes microbes ou réactifs que précédemment ont donné des développements anormaux. L'action se manifeste encore, de façon très intense, si le quartz sur lequel reposent les œufs est revêtu extérieurement d'une mince couche de paraffine (sur 13 lots exposés à travers quartz paraffiné, 9 complètement anormaux, 4 irréguliers).

A $16^h 15^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est rouverte à $16^h 25^m$ et levée à $17^h 25^m$.

A. Lx.

(¹) Dans le cas des levures alcooliques, le tube de dégagement effilé, long de 40^{cm} environ, a été laissé ouvert à son extrémité, à cause des risques d'explosion.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 NOVEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **P. Zeeman**, Correspondant pour la Section de Physique, qui assiste à la séance.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'extension aux fonctions entières des propriétés des polynomes irréductibles.* Note de M. **Émile Borel.**

La question m'a été posée de l'exactitude possible d'un théorème étendant, sous certaines restrictions, aux fonctions entières à coefficients rationnels, les propriétés essentielles des polynomes irréductibles à coefficients entiers. La plus importante de ces propriétés est la suivante : *Un polynome à coefficients entiers qui admet l'un des zéros d'un polynome irréductible à coefficients entiers admet également les autres zéros de ce polynome.*

Il est aisé de voir que cette propriété ne *s'étend pas* aux fonctions entières à coefficients rationnels, *si lente que soit supposée la croissance de ces fonctions.* Nous allons le montrer en formant une fonction entière admettant comme zéro une seule des deux racines de l'équation irréductible

$$x^2 - 2 = 0.$$

Nous pouvons poser, d'une infinité de manières,

$$\sqrt{2} = 1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \ldots + \alpha_m + \ldots,$$

les nombres α_m étant positifs, rationnels et décroissant plus rapidement que

toute fonction positive $\psi(m)$ donnée à l'avance,

$$0 < \alpha_m < \psi(m).$$

Si nous posons

$$\varphi(x) = 1 + x + \frac{\alpha_1}{2}x^2 + \frac{\alpha_2}{4}x^4 + \frac{\alpha_3}{8}x^6 + \ldots + \frac{\alpha_m}{2^m}x^{2m} + \ldots,$$

il est manifeste que l'on a

$$\varphi(-\sqrt{2}) = 0, \qquad \varphi(\sqrt{2}) \neq 0.$$

Si l'on prend $\psi(m) = \frac{1}{m^{m^m}}$, la fonction $\varphi(x)$ est une fonction entière d'ordre zéro.

Ce résultat, quoique négatif, facilitera peut-être les recherches relatives à l'extension de la théorie de l'irréductibilité aux fonctions entières; cette extension exigerait des conditions restrictives ne portant pas seulement sur l'ordre.

GÉODÉSIE. — *La Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale à l'Assemblée générale de Stockholm* (11-23 août 1930). Note de M. **Georges Perrier**.

J'ai eu l'honneur de rendre récemment compte à l'Académie, au nom de M. Lallemand, président de l'Union géodésique et géophysique internationale, des faits les plus saillants qui méritent d'être relevés, relatifs à la quatrième Assemblée générale, tenue par l'Union à Stockholm, au mois d'août dernier. Aujourd'hui, comme secrétaire de la Section de Géodésie de l'Union, je crois devoir donner à l'Académie quelques détails sur les travaux de cette Section à Stockholm.

Celle-ci ayant, comme d'habitude, son ordre du jour plus chargé que celui des autres Sections, a commencé ses travaux dès le 11 août, quatre jours avant la séance solennelle d'ouverture de l'Assemblée générale.

Les premières journées de ces travaux ont été remplies par des réunions de son *Comité exécutif*, constitué par 7 membres, et de sa *Commission permanente*, composée d'un membre pour chacun des 38 États contractants.

Ensuite, les Commissions scientifiques constituées en permanence au sein de la Section, pour examiner les divers problèmes qui s'imposent à son attention, ont tenu leurs séances et la Section elle-même s'est réunie neuf fois en séance plénière.

Énumérons les vœux et résolutions les plus importantes des Commissions, tous approuvés par la Section en séance plénière.

La Commission de l'Intensité de la Pesanteur, présidée par M. Soler, professeur de Géodésie à l'Université de Padoue, a recommandé la méthode isostatique, pour réduire au géoïde les valeurs observées de l'intensité de la pesanteur. Elle a renouvelé le vœu que des stations de référence nationales soient reliées au moins à deux stations similaires des pays voisins. Enfin, elle a résolu que, sitôt l'état des finances de la Section de Géodésie amélioré, en raison de l'augmentation de la part unitaire de cotisation des États contractants (1), un appareil Vening-Meinesz serait acquis par la Section, et prêté aux États qui en feraient la demande, pour effectuer des déterminations d'intensité de la pesanteur en mer. La Commission a entendu d'intéressantes communications sur les nouveaux appareils du Père Lejay, directeur de l'Observatoire de Zi ka wei, et de M. Gustaf Ising, du Laboratoire de Physique de l'Université de Stockholm, appareils propres aux déterminations d'intensité relative de la pesanteur par des méthodes nouvelles.

La Commission des Latitudes, chargée concurremment avec une Commission analogue de l'Union astronomique internationale, du contrôle scientifique et administratif du Service international des Latitudes, a été présidée, en l'absence de M. Kimura, directeur de l'Observatoire international des Latitudes à Mizusawa, par M. Tanakadate. Elle s'est préoccupée de l'état d'avancement de la publication des résultats obtenus par l'ancien Service international des Latitudes, de 1912 à 1922, publication à laquelle la Section de Géodésie contribue pécuniairement. Elle a appris avec satisfaction que des nouvelles stations fonctionnent ou vont fonctionner à Gaithersburg (États-Unis), à Kitab (U. R. S. S.), à La Plata (Argentine), et à Adelaïde (Australie).

La Commission des Projections, présidée par le général Bošković, directeur de l'Institut géographique militaire yougoslave, a apporté une attention particulière aux travaux de MM. le colonel Laborde, Young et Biernacki.

La Commission de Règlementation internationale des Travaux géodésiques, présidée par M. William Bowie, chef de la Division de Géodésie au « Coast and Geodetic Survey », s'est partagée en deux Sous-Commissions : celle

(1) Voir *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 631.

des *Triangulations*, présidée par M. Maury, chef de la Section de Géodésie de l'Institut cartographique militaire de Bruxelles, et celle des *Nivellements de Précision*, présidée par M. Vignal, directeur du Service du Nivellement général de la France. Ces Commissions sont parvenues à une rédaction définitive des recommandations de la Section de Géodésie, au sujet des bases, triangulations et nivellements de précision. La Section a décidé qu'elles continueraient leurs travaux, sous forme de Commissions permanentes chargées de l'étude de toutes les questions relatives à ces branches de la Géodésie.

La Commission des Longitudes, présidée par M. le général Ferrié, qui fonctionne comme Commission mixte avec une Commission analogue de l'Union astronomique internationale, a procédé à une étude détaillée des conditions dans lesquelles doit s'effectuer la reprise de la grande opération des Longitudes mondiales exécutée en 1926. Elle a fixé l'opération prochaine aux mois d'octobre et de novembre 1933. En dehors des Observatoires ayant déjà pris part aux mesures de 1926, plus de 25 stations nouvelles ont déjà annoncé qu'elles participeraient à l'opération future. Les trois réseaux principaux seront les suivants : 1° Greenwich-Tokio-Vancouver-Ottawa ; 2° Alger-Zi ka wei-San Diego ; 3° Le Cap-Adelaide-Rio de Janeiro. La Commission a émis le vœu que, pour fixer la valeur d'hypothèses qui supposent des mouvements ou des déformations superficielles de l'écorce terrestre (Wegener, Vening-Meinesz) des stations conjuguées, parfaitement installées, soient organisées pour l'opération de 1933 dans les régions suivantes : 1° Pointe du Groenland et Écosse ; 2° Madagascar et Mozambique ; 3° Iles de Ternate et Monado (Indes néerlandaises).

Enfin, la décision la plus importante de la Commission des Longitudes, ratifiée par l'Union géodésique et géophysique tout entière, est certainement la suivante : Le Bureau international de l'Heure à Paris sera chargé de toutes les études relatives à la prochaine opération des Longitudes, et, sans doute, aux opérations suivantes. Dès que la situation financière de la Section de Géodésie le permettra [1], il recevra une subvention annuelle de cette Section, pour reconnaître les services qu'il rend, non seulement aux astronomes, mais aussi aux géodésiens.

Différentes Commissions ont examiné l'état des jonctions géodésiques internationales en cours (jonction franco-belge, jonctions franco-italiennes, jonction franco-espagnole au Maroc, etc.).

---

[1] Voir note [1] ci-dessus.

La Commission de l'arc de Méridien de l'océan Arctique à la Méditerranée prolongé jusqu'en Afrique a pris connaissance, par le rapport de son secrétaire, le colonel Beneš, chef de la Section de Géodésie de l'Institut géographique militaire de Prague, des importants travaux exécutés pour la mesure de l'arc en Grèce, Yougoslavie, Roumanie, Tchécoslovaquie. Déjà une chaîne continue de triangles s'étend aujourd'hui du sud de la Grèce au sud de la Pologne.

Des Commissions spéciales ont été constituées pour l'étude d'une nouvelle mesure de l'arc du parallèle moyen en Europe, pour activer, si possible, les travaux de l'arc du 30ᵉ méridien en Afrique (arc du Cap au Caire), et pour provoquer une jonction du Siam à l'Australie, à travers les îles de l'Archipel Malais. Une autre Commission procédera à une première étude d'une compensation d'ensemble du réseau européen, question ardue s'il en fut.

Les volumes de la *Bibliographie géodésique internationale* préparés au Secrétariat de la Section de Géodésie pour les années 1928, 1929, 1930 seront imprimés par les soins de l'Institut géographique militaire de Florence, décision prise par la Section à la suite d'une offre généreuse du général Vacchelli, directeur de cet Institut.

La Section a eu aussi bon nombre d'affaires administratives et d'organisation à examiner. Elle a réélu M. Bowie président et le général Perrier secrétaire, étant entendu que leurs pouvoirs prennent fin à l'expiration de la Convention internationale qui régit le Conseil international de Recherches et les Unions qui en dépendent (1ᵉʳ janvier 1932), mais qu'en fait, ils continueront à gérer les affaires courantes jusqu'à la prochaine Assemblée générale de l'Union, prévue pour 1933 à Lisbonne.

Il a été reconnu que les ressources actuelles de la Section sont insuffisantes pour qu'elle puisse rendre à la Science géodésique tous les services que celle-ci est en droit d'attendre d'une organisation internationale; mais l'augmentation de la part unitaire de cotisation, votée par l'Union (1) permet à la Section d'espérer qu'elle disposera prochainement, comme l'a décidé la Commission des Finances de l'Union, d'un budget annuel de 500000ᶠʳ français.

Les comptes rendus de l'Assemblée de la Section de Géodésie à Stockholm seront publiés dans les prochains numéros du *Bulletin géodésique*, qui

(1) Celle-ci doit être portée de 900ᶠʳ à 2000ᶠʳ or. Voir note (1) ci-dessus.

contiendront les travaux des Commissions et les procès-verbaux des séances plénières, et dans les prochains tomes de la collection des *Travaux de la Section de Géodésie*, consacrés aux *Rapports nationaux* sur les travaux exécutés dans les différents pays et aux *Rapports généraux* sur les diverses branches de la Science géodésique, présentés à l'Assemblée générale de Stockholm.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers.* Note de M. **Georges Claude**.

J'ai indiqué dans ma précédente Note [1] comment s'est terminé heureusement par l'immersion correcte de mon troisième tube un effort de 2 ans.

Le jour même de la connexion du tuyau à la côte, 15 septembre, la pompe Rateau du puits était mise en mouvement à l'allure de 4000 m³/h. Bientôt, l'eau du puits se refroidissait, donnant une température assez curieusement variable entre 13 et 16°, ce que j'ai d'abord attribué aux fluctuations des basses couches du Gulf Stream, conformément aux idées exposées par M. Idrac [2]. Mais un défaut à une soudure du tuyau, constaté ultérieurement au voisinage de la côte et provoquant à la faveur de la dépression une rentrée d'eau variable [3], a enlevé la netteté de nos conclusions, aussi bien à ce propos qu'à celui de la valeur du réchauffement. Celui-ci ne doit toutefois pas dépasser ni même atteindre 2°, puisque, malgré le mélange d'un peu d'eau de surface, on a enregistré un minimum de 11°,9 le 5 octobre de $6^h 30^m$ à $8^h 30^m$ du matin, alors que les mesures de température à 600^m (profondeur *probable* de l'extrémité du tube, les ballons destinés à indiquer la profondeur exacte ayant rompu leurs attaches pendant l'immersion) indiquent à cette profondeur une température variant entre 10 et 12°. Le défaut du tronçon A immergé depuis le 8 juin peut être attribué en partie au fait que la tranchée de protection, au lieu d'être creusée jusqu'à 17^m de profondeur, n'a pu être poussée par l'entrepreneur que jusqu'à 14^m. Ces faits sont d'ailleurs sans importance pour les installations futures dont

(1) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 746. Dans cette Note, page 748, ligne 26, *au lieu de* 23 août, *lire* 23 juin.

(2) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 644.

(3) Une dépêche reçue à l'instant du personnel resté pour démonter l'usine m'apprend que la tempête l'a beaucoup aggravée.

les dispositions — à la faveur des enseignements acquis — seront tout à fait différentes.

Ce pompage provoquait dans le puits une dépression de 3^m pour un débit de 1 m^3/s, une vitesse dans le tube de 0,50 m/s et une température dans le puits de 13°. Cette dépression se réduisait à $0^m,60$ lors de l'arrêt de la pompe, après plusieurs oscillations de grande amplitude bien entendu.

La perte de charge dans le tube intervient donc pour $2^m,40$ et l'excès de densité de la colonne d'eau froide pour $0^m,60$. Ces résultats, relatifs à un tube de $1^m,60$ de diamètre, montrent combien peu d'énergie il en coûtera pour aller chercher l'eau froide au fond des mers. Dans les énormes tubes de l'avenir, des vitesses de 1^m par seconde donneront des pertes de charge inférieures à 2^m. Il est bien évident aussi que la question du réchauffement de l'eau pendant son ascension ne se posera plus pour de pareils tuyaux.

Le 19 septembre, un excellent essai d'ébullition dissipait à son tour mes craintes que l'eau de mer, en raison de sa viscosité plus grande, ne produisît dans sa violente ébullition des mousses abondantes, capables de démolir les turbines. En réalité, elle m'a paru se comporter aussi tranquillement que l'eau de la Meuse. On pouvait donc aussitôt procéder au montage de la turbine, que quelques difficultés prolongeaient jusqu'au 1er octobre : ce même jour, la turbine mise en route avec des températures respectives de 27° et 15°,5 donnait une puissance de 10 kilowatts pour une consommation d'eau froide voisine de 250 litres par seconde. Ces résultats étaient progressivement améliorés jusqu'à 22 kilowatts, obtenus le 20 octobre dans les conditions suivantes :

Consommation d'eau chaude et d'eau froide très peu supérieure à 200 litres par seconde.

Température eau chaude : initiale 27°, finale 25°.

Température eau froide : initiale 13°, finale 15°.

Pression absolue au bouilleur 23^{mm}, au condenseur 16^{mm} (ce qui fait ressortir une grosse possibilité d'amélioration du condenseur).

Vitesse de la turbine 3000 tours par minute, bien éloignée de la vitesse de régime 5500.

Gaz dissous extraits du condenseur, 3^{cm^3} par litre d'eau.

On a observé que certainement l'énergie dépensée pour le pompage et l'extraction des gaz était bien supérieure à 22 kilowatts et qu'en conséquence ma démonstration ne prouvait rien. Qu'on dépense à Matanzas bien plus de 22 kilowatts et même près de 100, je m'en suis expliqué longuement à l'avance, dans une conférence à l'École Polytechnique que prési-

dait notre regretté confrère M. Rateau (21 mai 1929). Il suffira de s'y reporter pour se convaincre de la manière dont l'événement a confirmé nos prévisions.

Je dois en effet indiquer tout d'abord que les résultats précédents ont été obtenus avec un *cinquième* seulement de l'eau froide, le reste étant rejeté à la mer. En effet, un gros tube remontant beaucoup d'eau était indispensable pour éviter le complet réchauffement de l'eau durant son ascension — et cependant, je ne pouvais disposer que de ma turbine d'Ougrée, de grandes turbines fonctionnant sous de si faibles pressions ne se construisant pas encore. Si la totalité de l'eau avait été employée, j'aurais donc produit 110 kilowatts bruts.

D'un autre côté, si les raisons d'économie auxquelles j'ai été contraint après le désastre du premier tube ne m'avaient conduit à réduire à $1^m,60$ les 2^m de diamètre de ce premier tube, sa section de 50 pour 100 plus grande m'eût permis de remonter deux fois plus d'eau avec la même dépression de 3^m dans le puits et un réchauffement moindre — donc de produire plus de 220 kilowatts bruts.

Enfin, j'ai montré (¹) que l'énergie produite dans de semblables installations croît comme le *carré* de la différence de températures. Si je ne m'étais cru obligé, pour des raisons de prudence, à immerger mon premier tube, donc les autres, aux faibles profondeurs de la baie de Matanzas, j'aurais pu bénéficier, dans les parages de Santiago de Cuba, d'un écart moyen de 24° (29° — 5°) au lieu de 14°, et recueillir une puissance trois fois plus grande, soit 660 kilowatts bruts — tout ceci sans tenir compte du rendement infiniment meilleur d'appareils beaucoup plus puissants.

Quant à l'énergie requise pour les dépenses du système, je l'ai évaluée (²) à 25 pour 100 de l'énergie produite, et n'ai aucune raison de revenir sur cette évaluation, que les constatations ci-dessus confirment pleinement. *Tels quels*, ces chiffres font ressortir à 330 kilowatts bruts et à 250 kilowatts *nets* la puissance fournie par m^3/s d'eau froide sous une différence de températures de 24° C.

Si maintenant on prend en considération l'énorme amélioration résultant de l'emploi d'appareils très puissants à la place de mon unité de 50 kilowatts tournant à moitié de sa vitesse de régime et à moins de moitié de sa charge, et toutes les améliorations évidentes et possibles, on arrive à cette con-

---

(¹) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 556.

(²) *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 987.

clusion que dans les conditions de température de Santiago de Cuba et dans les puissantes usines Claude-Boucherot de l'avenir, on obtiendra au moins *cinq cents kilowatts nets* par mètre cube d'eau froide par seconde.

C'est un résultat magnifique, conforme à nos meilleures espérances.

Enfin, mes réflexions de toutes natures et la précieuse expérience que j'ai acquise me confirment dans l'*opinion* qu'il n'y aura pas de très grosses difficultés dans la réalisation de telles usines et que leur prix sera inférieur à celui des meilleures usines hydrauliques, inférieur même, pour les très grandes usines, à 2000^{fr} par kilowatt.

SISMOLOGIE. — *Sur la localisation des épicentres des tremblements de terre.* Note (¹) de M. B. **Berloty**.

Au cours d'une recherche sur la situation des épicentres des séismes, j'ai rencontré un fait précis intéressant parce qu'il apporte une confirmation aux vues théoriques exprimées au Tome IV (p. 231) du *Traité de Mécanique* de M. Appell. Le parallèle d'articulation et de déformation d'un ellipsoïde très peu aplati, comme la Terre, est celui de 35°15′52″; là sera une zone de dislocation et de fracture probable; là, d'après M. Véronnet, s'exercent, sous l'influence de la Lune, des compressions et dilatations successives, causes probables de séismes; le parallèle de 35° passe sur des pays célèbres par leur instabilité séismique.

Les *International Seismological Summary* de M. Turner indiquent les coordonnées épicentrales des tremblements de terre pour lesquels les bulletins des observatoires ont permis la localisation de leur épicentre. J'ai parcouru les neuf volumes de 1918 à 1926; j'ai classé les épicentres inscrits de 5° en 5° de latitude et noté le nombre moyen des neuf années pour chaque zone; toutefois, pris tels quels ces nombres donneraient une connaissance peu exacte de la répartition des épicentres, les étendues superficielles étant variables d'une zone à l'autre; on est conduit à leur substituer les densités épicentrales des diverses zones. N_n étant le nombre brut des épicentres dans la zone de surface S_n limitée par les parallèles $n.5°$ et $(n+1).5°$, la densité épicentrale correspondante sera $D_n = \frac{N_n}{S_n}$ et, puisqu'il s'agit seulement de comparer les zones entre elles, on peut rem-

(¹) Séance du 6 octobre 1930.

placer D_n par $k D_n$ où k est un facteur constant. Si R = rayon terrestre, on a

$$S_n = 2\pi R[\sin(n+1)5^\circ - \sin n 5^\circ] = 4\pi R \sin\frac{5^\circ}{2}\cos\frac{2n+1}{2}5^\circ$$

$\frac{1}{S_n}$ est proportionnel à séc $\frac{2n+1}{2}5^\circ$ et, les nombres $P_n = N_n \text{séc} \frac{2n+1}{2}5^\circ$ représenteront les densités relatives des zones.

Dans le Tableau I, les zones sont désignées par la latitude du parallèle supérieur, ainsi — 85° désigne la zone de — 90° à — 85°, et, 40° celle de 35° à 40°. (Les épicentres situés sur le parallèle supérieur d'une zone ont été attribués à cette zone, ceux du parallèle inférieur en sont exclus.)

Tableau I.

L.	P.	L.	P.	L.	P.	L.	P.
—85°.....	0,0	—40°.....	3,0	+ 5°.....	12,3	+50°.....	28,9
—80.....	0,0	—35.....	3,8	10.....	15,0	55.....	23,4
—75.....	1,0	—30.....	9,9	15.....	14,3	60.....	8,1
—70.....	0,0	—25.....	11,7	20.....	17,2	65.....	4,6
—65.....	1,2	—20.....	9,9	25.....	24,7	70.....	3,5
—60.....	0,2	—15.....	15,3	30.....	14,0	75.....	7,0
—55.....	4,5	—10.....	12,5	35.....	39,3	80.....	2,6
—50.....	3,5	— 5.....	17,9	40.....	81,1	85.....	4,3
—45.....	3,3	0.....	17,6	45.....	63,2	90.....	0,0

Le peu d'années utilisées explique quelques irrégularités dans la suite des nombres P, mais il est impossible de ne pas remarquer l'accroissement brusque des nombres dans les zones comprises entre les parallèles 30° et 50°, et, spécialement dans la zone de 35° à 40°. La figure ci-contre est expressive.

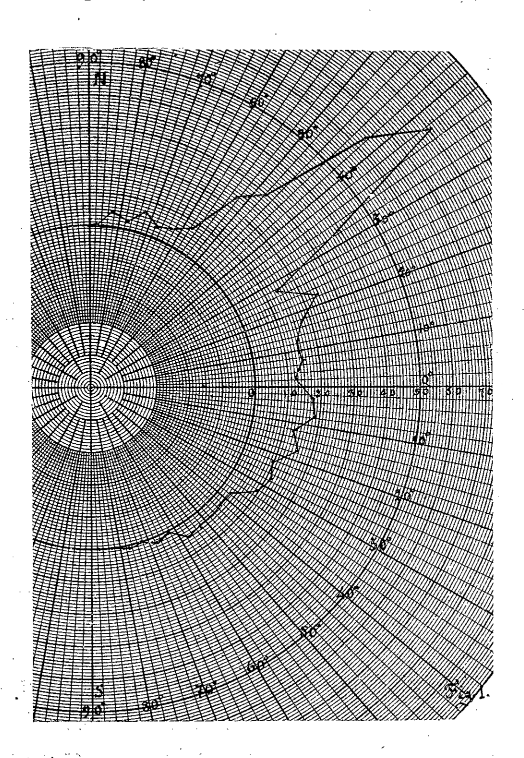
Examinant de plus près l'intervalle de 35° à 40°, en procédant de degré en degré, le même mode de calcul conduit au Tableau II :

Tableau II.

L.	P.	L.	P.
+34°...............	8,0	+38°...............	17,6
+35...............	20,5	+39...............	9,9
+36...............	24,3	+40...............	14,1
+37...............	17,4	+41...............	14,8

Il y a prépondérance nette de la zone 35° à 36°. Peut-on préciser davan-

tage? Cela paraît difficile. L'*International Summary* donne les épicentres de 0°,1 en 0°,1, c'est-à-dire à 11^{km} près; ceux-ci sont déterminés *au jugé* par recoupement sur un globe terrestre : « The intersections indicate the neighbourhood of the epicentre, which is selected by inspection » (*Int. Seis. Summary*, 1920, p. 6); dans ces conditions l'inévitable vague des



appréciations incline à grouper les épicentres plutôt vers les dixièmes 0 et 5, et aussi vers 2, 3, 7 et 8. En fait, pour les dixièmes successifs de 34°,7 à 36°,3 on a obtenu, comme moyennes des neuf années, les nombres

0,1 0,1 0,0 15,7 0,0 0,8 1,4 0,0 7,6 0,0
3,4 0,0 0,0 11,8 1,8 0,6 0,3

Les nombres 15,7, 7,6, 11,8 correspondent respectivement à 35°,0, 35°,5 et 36°,0; la prépondérance se trouve bien vers 35°,0.

Imaginons qu'on représente 34°,7, 34°,8, ... sur un axe OX par les points 1, 2, 3, ... et à chaque point attribuons le poids représenté par le nombre P correspondant, cherchons enfin l'abscisse du centre de gravité de ce système, nous trouverons $x = 6,6$; ce point tombe entre les points

représentatifs de 35°,2 et 35°,3 et représente exactement 35°15′36″; le parallèle correspondant est à la distance de 16″ seulement (un demi-kilomètre environ) du parallèle de déformation indiqué par la théorie; la coïncidence est remarquable, et, l'on peut espérer qu'une statistique plus prolongée la confirmera et pourrait même la rendre plus étroite.

M. **Emmanuele Paterno di Sessa** fait hommage à l'Académie d'un fascicule qu'il a publié sur les origines de la stéréochimie.

ÉLECTIONS.

Par l'unanimité des suffrages exprimés, M. **L. Lapicque** est désigné pour faire partie du *Conseil Supérieur des recherches agronomiques*, en remplacement de M. *A.-Th. Schlœsing* décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° R. Decary. *L'Androy* (*Extrême Sud de Madagascar*). *Essai de monographie régionale*. I. *Géographie physique et humaine*.

2° Melina Lipinska. *Les femmes et le progrès des sciences médicales*. Préface de Albert Thomas. (Présenté par M. E. Quénu.)

3° Paul Vayssière. *Les Insectes nuisibles au cotonnier dans les colonies françaises*. (Présenté par M. P. Marchal.)

GÉOMÉTRIE. — *Fonctions de variable complexe et représentations géométriques*. Note de M. **Paul Delens**.

1. Nous avons, dans notre dernière Note (¹), énoncé la propriété *caractéristique* (C) d'une transformation conforme sur la sphère, d'*admettre en*

(¹) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 640.

tout point une transformation circulaire osculatrice; (C) équivaut à l'existence d'un faisceau de transformations circulaires tangentes, et dans celui-ci d'une similitude quand la sphère est remplacée par un plan (substitution indiquée pour la géométrie euclidienne).

Les transformations en jeu, directes ou indirectes, sont traduites par des relations $\Omega(u, v) = 0$ ou $\Theta(u, \bar{v}) = 0$ entre variables complexes; par fonction de variable complexe nous entendons une fonction analytique $v = \omega(u)$ ou $\bar{v} = \theta(u)$ définie par une des relations précédentes, ou la fonction uniforme correspondante sur un feuillet de Riemann. Notre remarque montre que le rôle du cercle dans la théorie des fonctions ou de la représentation conforme restera important quand interviendront les propriétés différentielles du second ordre, peu considérées jusqu'ici.

2. Soit $Z = X + iY$ une fonction de $z = x + iy$; en (z_0, Z_0) la transformation circulaire osculatrice est représentée par la fonction

$$\zeta = Z_0 + (z - z_0)Z'_0 + \frac{(z-z_0)^2}{2}\left(Z''_0 + \frac{(z-z_0)Z''^2_0}{2Z'_0 - (z-z_0)Z''_0}\right) \tag{1}$$

et $\zeta_0 = Z_0$, $\zeta'_0 = Z'_0$, $\zeta''_0 = Z''_0$; ou en mettant en évidence les points-limites

$$(\zeta - T_0)(z - t_0) = (\zeta_0 - T_0)(z_0 - t_0) \tag{2}$$

avec

$$T = Z - 2\frac{Z'^2}{Z''}, \qquad t = z + 2\frac{Z'}{Z''} = z - 2\frac{\dot{z}^2}{\ddot{z}}, \tag{3}$$

les dérivées par rapport à $z[Z]$ étant représentées par des accents [points].

Nous appelons *réseau* (*angulaire*) la famille de courbes (de la sphère) déterminée par un faisceau de lignes et leurs trajectoires sous angles constants; en un point, les cercles osculateurs de ces courbes forment un faisceau linéaire dont les points de base seront dits l'origine et le pôle d'un repère circulaire mobile. La propriété (C) est équivalente à un théorème de M. Blaschke [1] sur la condition d'isothermie d'un réseau, soit l'existence d'une transformation conforme directe entre l'origine et le pôle du repère attaché au réseau, et les formules (3), donnant les affixes des pôles pour les réseaux transformés des réseaux rectilignes des plans de z et Z, traduisent la correspondance indiquée.

3. Soit la fonction $\bar{v} = \theta(u)$ définie par $\Theta(u, \bar{v}) = 0$ (u, $\bar{u}$ et v, $\bar{v}$ coor-

---

(1) Cf. W. Blaschke et G. Thomsen, *Differentialgeometrie*, 3, p. 120.

données symétriques sur la sphère); d'après la démonstration de notre Note précitée :

La transformation circulaire osculatrice d'une transformation conforme indirecte en un point réel d'affixe u est la transformation attachée aux cercles osculateurs à la courbe d'équation $\Theta(u, \bar{u}) = 0$, *aux points associés (sphériques) du point considéré.*

La correspondance (F) de Laguerre, soit $\Theta(u, \bar{v}) = 0$, peut être utilisée pour une extension de la méthode de prolongement analytique, dite *des images*, $\Theta(u, \bar{u}) = 0$ étant l'équation de la courbe frontière d'un domaine.

4. On connaît la représentation géométrique d'une fonction de variable complexe par une congruence isotrope de Ribaucour ou son enveloppée moyenne, surface minima.

Il s'agit toujours de deux développables isotropes conjuguées Φ, $\bar{\Phi}$, mais en définissant celles-ci par leurs traces sur une sphère ou un plan, nous avons une interprétation *plus facile et plus symétrique* des variables complexes et de la relation qui les lie, autres d'ailleurs que celles considérées d'habitude. Une courbe réelle de l'espace définit un couple Φ, $\bar{\Phi}$ et une correspondance (F), mais deux développables *arbitraires* Φ, $\bar{\Phi}$ ne sont pas engendrées par les normales isotropes d'une courbe réelle, et pour une courbe complexe interviennent des couples de développables Φ, $\bar{\Gamma}$ et $\bar{\Phi}$, Γ et de transformations (F), (G^{-1}).

5. *a*. Les axes focaux D d'un cycle réel $\mathcal{F}$ forment une congruence isotrope *spéciale* R; la surface minima est réduite au centre O, la surface moyenne au plan Π de $\mathcal{F}$. Un axe focal réel D est l'intersection de plans isotropes tangents à $\mathcal{F}$ aux points conjugués m et $\bar{m}$: il constitue une image réelle de ces plans, et aussi une image euclidienne des points précédents, représentant encore la congruence paratactique $\mathcal{R}$ définie par $\mathcal{F}$ et $\mathcal{M} = m\bar{m}$; on le rattachera à m, et à $\bar{m}$ correspondra l'axe Δ symétrique par rapport au plan Π.

b. Si un point m décrit une courbe, avec cycle osculateur $\mathcal{H}$, en substituant, sur le cône osculateur à la développable Φ, à $\mathcal{H}$ un cycle réel $\mathcal{F}$, à m un point p, suivant un procédé déjà décrit, on est ramené à considérer un couple Φ, $\bar{\Phi}$ et une correspondance (F); on obtient une congruence ($\mathcal{R}$) de cycles $\mathcal{F}$, représentant la courbe isotrope (f), déjà étudiée par M. Coolidge; $\bar{p}$ et m ont pour image l'axe focal D de $\mathcal{H}$ et $\mathcal{F}$, qui décrit une congruence isotrope générale (R). Or :

Une congruence isotrope (R) *a pour congruence tangente suivant chacun*

de ses axes D *une congruence spéciale* R; même relation entre ($\mathfrak{T}$) et $\mathfrak{T}$, etc.

Les propriétés connues d'une congruence (R), relatives aux lignes de striction des surfaces de la congruence, aux éléments orthogonaux, aux couples de surfaces isométriques, etc., dépendant des éléments différentiels du premier ordre, découlent par la méthode infinitésimale de celles de R; et pour cette congruence spéciale, elles se démontrent *élémentairement*. On complète ainsi, par exemple, la génération tangentielle de Ribaucour d'une surface minima, par la détermination du point de contact (cf. DARBOUX, *Théorie des surfaces*, 1, p. 420).

Congruences isotropes, surfaces minima, surfaces applicables : c'est au cœur de la géométrie comme à la base de la théorie des fonctions que conduit la figuration réelle des propriétés de parataxie, étude poursuivie depuis peu à l'instigation de M. Hadamard.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des congruences de normales*. Note de M. **MARCEL VASSEUR**, présentée par M. Goursat.

Ribaucour a le premier introduit la notion de *déformation d'une congruence*. A chaque point M d'une surface (S) on fait correspondre une droite (D) considérée comme invariablement liée au plan tangent à (S) au point M; l'ensemble de ces droites forme une congruence (C); si (S) se déforme en une surface (S'), chaque droite (D) se transforme en une droite (D'); l'ensemble des droites (D') forme une congruence dite déformée de (C).

On peut se poser de nombreux problèmes à propos de la déformation des congruences; dans ce qui suit je recherche les congruences de normales attachées à une surface (S) qui demeurent congruences de normales quand (S) se déforme d'une manière continue; nous appellerons de telles congruences, *congruences de normales persistantes*. M. Vincensini[1] a étudié la question dans le cas particulier où les droites (D) sont perpendiculaires aux plans tangents à (S) et la congruence de normales qu'elles forment, persistante pour toute déformation de (S); nous étudions ci-dessous le cas général.

2. Soient $S(x, y, z)$ la surface à laquelle est attachée la congruence (C); c, c', c'' les cosinus directeurs de la normale; chaque droite (D) est définie

---

(1) *Bulletin des Sciences mathématiques*, 54, avril 1930, p. 117.

par les coordonnées x_1, y_1, z_1 du point où elle perce le plan tangent auquel elle est liée, et par ses cosinus directeurs α, β, γ; posons

$$(1) \quad x_1 = x + \xi \frac{\partial x}{\partial u} + \eta \frac{\partial x}{\partial v}, \qquad y_1 = y + \xi \frac{\partial y}{\partial u} + \eta \frac{\partial y}{\partial v}, \qquad z_1 = z + \xi \frac{\partial z}{\partial u} + \eta \frac{\partial z}{\partial v},$$

$$(2) \quad \alpha = A \frac{\partial x}{\partial u} + B \frac{\partial x}{\partial v} + Cc, \quad \beta = A \frac{\partial y}{\partial u} + B \frac{\partial y}{\partial v} + Cc', \quad \gamma = A \frac{\partial z}{\partial u} + B \frac{\partial z}{\partial v} + Cc'',$$

$$(3) \quad A^2 E + 2ABF + B^2 G + C^2 = 1,$$

$$(4) \quad S \frac{\partial \alpha}{\partial v} \frac{\partial x_1}{\partial u} = S \frac{\partial \alpha}{\partial u} \frac{\partial x_1}{\partial v},$$

la dernière condition exprime que l'on a une congruence de normales; les fonctions ξ, η, A, B, C ne dépendent que des paramètres curvilignes (u, v).

Dérivons (1) et (2) et portons les expressions obtenues dans (4); on obtient, après avoir posé $- S\, dc\, dx = \delta\, du^2 + 2\delta'\, du\, dv + \delta''\, dv^2$, une relation de la forme

$$(5) \quad L\delta + 2M\delta' + N\delta'' = P,$$

où L, M, N, P ne dépendent que de ξ, η, A, B, C et de l'élément linéaire de (S).

On aperçoit de suite deux espèces de solutions ; ou la relation (5) *est vérifiée identiquement, de sorte que la congruence de normales en jeu est persistante pour toute déformation de* (S); *ou la relation* (5) *est vérifiée pour* ∞^1 *déformées de* (S) *ayant un réseau cinématiquement conjugué commun* [1].

Premier cas. — Rapportons (S) à ses lignes de longueur nulle; nous obtenons le système

$$(6) \quad L = \xi \frac{\partial C}{\partial v} - C \frac{\partial \xi}{\partial v} = 0,$$

$$(7) \quad M = \eta \frac{\partial C}{\partial v} - \xi \frac{\partial C}{\partial u} + C\left(\frac{\partial \xi}{\partial u} - \frac{\partial \eta}{\partial v} + \xi \frac{\partial \log F}{\partial u} - \eta \frac{\partial \log F}{\partial v}\right) = 0,$$

$$(8) \quad N = \eta \frac{\partial C}{\partial u} - C \frac{\partial \eta}{\partial u} = 0,$$

$$(9) \quad P = F\left\{\left(1 + \frac{\partial \xi}{\partial u} + \xi \frac{\partial \log F}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial B}{\partial v} + B \frac{\partial \log F}{\partial v}\right) - \left(1 + \frac{\partial \eta}{\partial v} + \eta \frac{\partial \log F}{\partial v}\right)\left(\frac{\partial A}{\partial u} + A \frac{\partial \log F}{\partial u}\right) + \frac{\partial \eta}{\partial u} \frac{\partial A}{\partial v} - \frac{\partial \xi}{\partial v} \frac{\partial B}{\partial u}\right\} = 0,$$

$$(10) \quad 2ABF + C^2 = 1.$$

On satisfait aux équations (6), (7), (8) en prenant $\xi = \eta = 0$, ou $C = 0$;

(1) FINIKOFF, *Recueil Math. de Moscou*, 33, 1926, p. 129.

ce qui montre que *toute congruence de normales, dont les rayons percent le plan tangent en son point de contact avec la surface* (S), *ou sont situés dans ce plan tangent, est persistante pour toute déformation de* (S). En dehors de ces deux cas, écartons les solutions où l'une des quantités ξ ou η est nulle; elles ne peuvent donner que des congruences imaginaires. Nous supposons donc $\xi \neq 0$, $\eta \neq 0$, $C \neq 0$, les équations (6), (7), (8) donnent, après un changement de variable effectué sur u et v respectivement,

$$\xi = \eta = kC, \qquad F = f(u+v),$$

k est une constante arbitraire et f une fonction arbitraire de l'argument $u+v$; les équations (9) et (10) déterminent A et B. Les surfaces (S) obtenues sont *les surfaces applicables sur les surfaces de révolution;* chaque droite (D) perce le plan tangent en un point de la tangente à la courbe qui correspond à la méridienne de la surface de révolution sur laquelle (S) est applicable.

Deuxième cas. — La surface (S) possède un réseau cinématiquement conjugué persistant auquel nous la rapportons; δ' est ainsi une fonction $\Phi(u, v)$ invariable quand (S) subit la déformation en jeu, de sorte que (5) doit se réduire à $\delta' = \Phi$, nous obtenons ainsi le système

$$L = 0, \tag{11}$$

$$N = 0, \tag{12}$$

$$\frac{P}{2M} = \Phi. \tag{13}$$

$$A^2E + 2ABF + B^2G + C^2 = 1. \tag{3}$$

En particulier si le réseau (u, v) est conjugué au sens de Dupin on a $\Phi \equiv 0$ et le calcul de P montre que (13) et (3) sont vérifiées si l'on prend $A = B = 0$, $C = 1$; ξ et η sont alors déterminés par les équations

$$\left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial \xi}{\partial v} + \xi \begin{Bmatrix} 12 \\ 1 \end{Bmatrix} + \eta \begin{Bmatrix} 22 \\ 1 \end{Bmatrix} = 0, \\ &\frac{\partial \eta}{\partial u} + \xi \begin{Bmatrix} 11 \\ 2 \end{Bmatrix} + \eta \begin{Bmatrix} 12 \\ 2 \end{Bmatrix} = 0. \end{aligned} \right. \tag{14}$$

Pour terminer observons que, si le réseau conjugué (u, v) contient une famille de géodésiques, le système (14) s'intègre par quadratures.

THÉORIE DES ENSEMBLES — *Applications de la notion de contingent.*
Note de M. **Georges Bouligand.**

I. Je rappelle que la considération systématique du *contingent*, ou réunion des demi-droites tangentes à un ensemble ponctuel E en un point d'accumulation, m'a fourni, sur les courbes de Jordan sans point multiple, le théorème suivant :

Une telle courbe n'ayant qu'un nombre fini de points à distance finie dans un plan quelconque a partout deux demi-tangentes, antérieure et postérieure (1).

J'ai reconnu que le même raisonnement, transposé à un nouveau contingent formé de demi-plans issus d'une demi-tangente, conduit dans la même hypothèse à prouver *l'existence de deux demi-plans osculateurs.* Et le principe s'étend aux espaces supérieurs, pour établir l'existence de demi-variétés linéaires osculatrices des ordres successifs, sous l'hypothèse que la courbe n'ait qu'un nombre fini de points à distance finie dans toute variété linéaire d'ordre $n - 1$.

II. Revenons, pour simplifier les énoncés, au cas de deux ou trois dimensions. Des lemmes suivants :

A. *Si l'on applique à un ensemble une transformation ponctuelle biunivoque définie par des fonctions douées de dérivées premières continues, le contingent de l'ensemble transformé est constitué par les demi-éléments de contact transformés de ceux du contingent de l'ensemble initial au point antécédent.*

B. *Si en chaque point d'une courbe simple de Jordan, le contingent postérieur* K (par exemple) *englobe un rayon parallèle à un plan fixe* P, *la courbe est dans un plan parallèle à* P. *Si* K *englobe un rayon parallèle à une direction fixe* Δ, *la courbe n'est autre qu'une parallèle à* Δ,

j'ai déduit les propriétés que voici (où φ, ψ sont des fonctions uniformes, admettant un gradient continu et non nul dans la région du plan ou de l'espace que l'on considère) :

C. *Dans le plan, toute courbe simple de Jordan dont le contingent postérieur contient, en chaque point de la région utile, un rayon normal à* $\overrightarrow{\text{grad}}\,\psi$, *s'y réduit à une ligne* $\psi = \text{const.}$

(1) *Sur l'existence des demi-tangentes à une courbe de Jordan* (*Fundam. Math.*, 15, 1930, p. 215-218).

D. *Dans l'espace, toute courbe simple de Jordan dont le contingent postérieur englobe en chaque point un rayon normal à* $\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,\psi$ *est tracée sur une surface* $\psi = \text{const.}$ *Elle se réduit à une ligne* $\varphi = \text{const.}$, $\psi = \text{const.}$, *si le contingent englobe, en chaque point, un rayon normal à la fois à* $\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,\varphi$ *et* $\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,\psi$, *pourvu que ces vecteurs ne soient pas colinéaires.*

Apparenté aux nombres dérivés, qui peuvent fournir des énoncés du même genre pour les courbes $y = f(x)$, le contingent donne ici plus de souplesse et de généralité; il permet d'obtenir des résultats valables pour toute courbe simple de Jordan. On voit ce qu'on gagne à substituer à l'esprit de la Théorie des fonctions celui de la *Géométrie infinitésimale directe.*

III. Du théorème de M. Georges Durand, déduisant la dénombrabilité d'un ensemble ponctuel E du fait que son contingent en tout point de E est englobé dans un faisceau strictement convexe ([1]), découle ce corollaire :

Si, en chaque point de E, *le contingent est dans un dièdre* $< 180°$, E *ne peut avoir qu'une infinité dénombrable de points sur une surface localement représentable sous la forme* $z = f(x, y)$ [f à dérivées premières continues] *en aucun point de laquelle l'arête du dièdre de sûreté ne soit dans le plan tangent.*

Le même théorème m'a suggéré cet autre, dans l'espace à n dimensions :

Lorsqu'en chaque point de E, *le contingent laisse échapper au moins une demi-droite,* E *est de mesure n-dimensionnelle nulle.*

Dans tous ces énoncés, on se sert d'une hypothèse réalisée en chaque point de E, sans s'occuper de ce qui se passe sur son dérivé.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur un type de points des enveloppes de sphères.* Note de M. **Georges Durand.**

En étudiant, dans une Note récente ([2]), l'ensemble des points sans plan tangent des enveloppes de sphères, j'ai attiré l'attention sur les difficultés auxquelles peut donner lieu la présence de points (β_1) dont les projetantes

---

([1]) G. Durand, *Application des notions de convexité et de contingent à l'obtention de certains critères de dénombrabilité* (*Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 371).

([2]) G. Durand, *Propriétés locales et ensemble des points sans plan tangent des enveloppes de sphères* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1219).

sont deux rayons opposés [1]. Ma démonstration sur ce sujet appelant des compléments, j'ai constaté la possibilité d'appliquer à ce problème un théorème que M. G. Bouligand m'a communiqué à la suite des critères de dénombrabilité que j'ai récemment déduits des notions de convexité et de contingent [2]. Cette proposition, qui se démontre aisément à partir du théorème de recouvrement de M. Vitali, est la suivante : *Un ensemble, dont le contingent en chaque point laisse échapper une direction au moins, est de mesure nulle.*

Soit O un point (β_1) de projections A et B. Désignons par $\mathcal{A}$ un voisinage de A et par $\mathcal{B}$ un voisinage de B sur l'ensemble E (c'est-à-dire le système des points de E distants de A ou de B d'au plus η). Soit $F_{\mathcal{A}}$ (ou $F_{\mathcal{B}}$) l'ensemble des points ρ-distants de $\mathcal{A}$ (ou de $\mathcal{B}$). Le point O étant (α_1) ou *ordinaire* sur $F_{\mathcal{A}}$ et sur $F_{\mathcal{B}}$, son voisinage sur $F_{\mathcal{A}}$ et sur $F_{\mathcal{B}}$ possède un plan tangent en chaque point, sauf peut-être sur un ensemble de mesure superficielle nulle.

Or, tout point voisin de O sur $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$ (c'est-à-dire ρ distant de E) appartient à l'une au moins des deux frontières $F_{\mathcal{A}}$ ou $F_{\mathcal{B}}$, mais il peut arriver qu'un point de $F_{\mathcal{A}}$ ou de $F_{\mathcal{B}}$ soit à une distance de $E < \rho$, c'est-à-dire n'appartienne pas à $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$. Il peut donc se faire qu'un point possédant un plan tangent sur $F_{\mathcal{A}}$ ou sur $F_{\mathcal{B}}$ n'en possède plus sur $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$.

Pour démontrer que sur $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$ les points voisins de O et dépourvus de plan tangent forment un ensemble de mesure superficielle nulle, on peut laisser de côté les points déjà dépourvus de plan tangent sur $F_{\mathcal{A}}$ ou sur $F_{\mathcal{B}}$ puisque, d'après ce qui précède, ces points sont inclus dans des ensembles de mesure superficielle nulle. Pour la même raison, on peut encore laisser de côté les points de $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$ de *deuxième* ou de *troisième* espèce. Finalement, il reste à considérer l'ensemble des points (β_1) sans plan tangent ; or, chacun de ces points appartient à une surface $F_{\mathcal{A}}$ ou $F_{\mathcal{B}}$ à pentes bornées et, d'autre part, le contingent est contenu dans un même plan [3]. Il s'ensuit qu'en effectuant une projection orthogonale sur le plan perpendiculaire en O à AOB, le contingent de l'ensemble projection, en un point quelconque, ne comprend jamais tout ce plan ; cet ensemble est donc de mesure super-

---

(1) De son côté, M. Bouligand a insisté sur la complexité de l'ensemble des points par où passent deux sphères tangentes (*Ibid.*, p. 1002).

(2) G. Durand, *Application des notions de convexité et de contingent à l'obtention de certains critères de dénombrabilité* (*Ibid.*, **191**, 1930, p. 371).

(3) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1220, théorème B.

ficielle nulle et, du fait que les pentes de nos surfaces sont bornées, le résultat s'y étend immédiatement.

Il est ainsi prouvé que le voisinage d'un point (β_1) possède un plan tangent sauf sur un ensemble de mesure superficielle nulle. D'après le théorème de recouvrement de Lindelöf, il est possible d'enfermer l'ensemble des points (β_1) dans une famille *dénombrable* de tels voisinages; l'ensemble des points (β_1) sans plan tangent est donc de mesure superficielle nulle, de sorte que : *une enveloppe de sphères égales possède en chaque point un plan tangent, sauf peut-être sur un ensemble de mesure superficielle nulle.*

Par ailleurs, le voisinage d'un point (β_1) peut offrir une structure très variée; j'ai construit des exemples de points (β_1) isolés, d'autres où le voisinage se réduit à une ligne. Mais j'ai démontré en toute généralité que le voisinage d'un point (β_1) a au plus *deux* points communs avec une parallèle à AOB.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation exponentielle de M. Borel.* Note de M. **Nikola Obrechkoff**, présentée par M. Émile Borel.

Dans cette Note, nous donnons une extension de la sommation classique de M. Borel, qui jouit d'une grande partie des propriétés fondamentales de convergence des séries. Soit donnée la série

$$a_0 + a_1 + \ldots + a_n + \ldots \tag{1}$$

et désignons par $\Phi(x)$ la fonction $e^{-x}\sum_{n=0}^{\infty} S_n \frac{x_n}{n!}$ que nous supposons entière.

Si $\Phi(x) \to S$ quand $x \to \infty$, on dit que la série (1) est sommable (B) avec la somme S. Soit $\varphi(x)$ une fonction positive pour $x > 0$ intégrable, telle que $\int_0^\infty \varphi(x)\,dx$ soit divergente et posons

$$f(x) = \frac{1}{\varphi_1(x)} \int_0^x \Phi(t)\,\varphi(x-t)\,dt, \qquad \varphi_1(x) = \int_0^x \varphi(t)\,dt.$$

Si $\varphi(x) \to S$ quand $x \to \infty$, alors nous dirons que la série (1) est sommable (B, φ) avec la somme S. Pour que chaque série convergente soit sommable (B, φ), il faut supposer que

$$\lim_{x \to \infty} \frac{\varphi_1(x-\delta)}{\varphi_1(x)} = 1,$$

où δ est arbitraire mais fini. Nous avons les théorèmes :

1. *Si la série* (1) *est sommable* (B, φ) *avec la somme* S, *la série*

(2) $$a_1 + a_2 + a_3 + \ldots$$

est sommable (B, φ_1) *avec la somme* $S - a_0$.

On peut supposer que $a_0 = 0$, Posons

$$\Phi_1(x) = e^{-x} \sum_{n=0}^{\infty} S'_n \frac{x^n}{n!}, \qquad S'_n = a_1 + a_2 + \ldots + a_{n+1} = S_{n+1},$$

alors on obtient

$$\Phi_1(x) = \Phi(x) + \Phi'(x).$$

Soit $x_0 > 0$ un nombre arbitraire. Comme $\varphi(x) > 0$, $\varphi_1(x)$ est non décroissante et pour $x > x_0$, on a

$$\varphi_2(x) = \int_0^x \varphi_1(t)\,dt > \int_{x-x_0}^x \varphi_1(t)\,dt \geqq x_0 \varphi_1(x - x_0),$$

d'où

$$\varliminf_{x \to \infty} \frac{\varphi_2(x)}{\varphi_1(x)} \geqq x_0,$$

ce qui nous montre que

(3) $$\lim_{x \to \infty} \frac{\varphi_2(x)}{\varphi_1(x)} = \infty$$

Nous avons

$$\frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi_1(t)\,\varphi_1(x-t)\,dt = i + j,$$

où

$$i = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi'(t)\,\varphi_1(x-t)\,dt = \frac{\varphi_1(x)}{\varphi_2(x)}\,\frac{1}{\varphi_1(x)} \int_0^x \Phi(t)\,\varphi(x-t)\,dt$$

tend vers zéro à cause de (3).

Nous démontrons que l'intégrale

$$j = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi(t)\,\varphi_1(x-t)\,dt$$

est égale à

(4) $$j = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \varphi_1(t) f(t)\,dt.$$

En effet on a

$$\begin{aligned} j &= \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x du \int_0^u \Phi(v)\,\varphi(u-v)\,dv \\ &= \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi(v)\,dv \int_v^x \varphi(x-u)\,du = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi(v)\,\varphi_1(x-v)\,dv. \end{aligned}$$

Puisque $f(x) \to \mathrm{S}$, on conclut de (4) que $\lim\limits_{x \to \infty} j = \mathrm{S}$, ce qui démontre le théorème.

II. *Si la série* (2) *est sommable* (B, φ) *la série* (1) *sera aussi sommable* (B, φ) *avec la même somme.*

III. *Soit la série* $\sum\limits_0^\infty u_n$ *sommable* (B, φ) *avec la somme* S, *la série* $\sum\limits_0^\infty v_n$ *soit sommable* (B, ψ) *avec la somme t, alors la série* $\sum\limits_0^\infty w_n$ *où*

$$w_n = u_0 v_n + u_1 v_{n-1} + \ldots + u_0 v_n$$

sera sommable (B, τ) *avec la somme* St, *où*

$$\tau(x) = \int_0^x \varphi_1(t)\,\psi(x-t)\,dt,$$

IV. *Si une série est sommable* (B, φ) *avec la somme* S *et sommable* (B, ψ) *avec la somme t, on aura s = t.*

Si l'on pose $\varphi(x) = x^{\alpha - t}$, $\alpha > 0$, on obtient les résultats de M. Doetsh (¹), qui étaient le point de départ des nôtres.

Il est évident qu'on peut aussi appliquer avec succès cette sommation dans la théorie des équations différentielles comme la sommation absolue de M. Borel (²).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un problème de maximum dans la représentation conforme.* Note (³) de M. **M. Lavrentieff**, transmise par M. Hadamard.

Le but de cette Note est de résoudre le problème suivant : *parmi toutes les fonctions* $w = f(z)$ *univalentes dans le cercle* $|z| < 1$, $f(0) = 0$, $f'(0)$ — *réel et qui dans ce cercle ne prennent aucune des n valeurs données* $a_1, a_2, \ldots, a_n$, *trouver la fonction* $f(z)$ *pour laquelle* $f'(0)$ *est maximum.*

1. *Lemmes préliminaires.* — Soit $\mathcal{D}$ un domaine simplement connexe contenant les points $w = 0$ et $w = w_0$. Faisons la représentation conforme, $w = \mathrm{F}(z)$, du domaine $\mathcal{D}$ sur le cercle $|z| < 1$, $\mathrm{F}(0) = 0$. Soit $w_0 = \mathrm{F}(z_0)$.

(¹) G. Doetsch, *Inaugural-Dissertation*, Göttingen, 1920; 56 pages (*Mathematische Zeitschrift*, 11, 1921, p. 161-179.

(²) Émile Borel, *Leçons sur les séries divergentes*, 2ᵉ édition, 1928, p. 148-151.

(³) Séance du 27 octobre 1930.

En enlevant du cercle $|z|<1$ le segment $[z_0, e^{i\arg z_0}]$ faisons la représentation conforme du domaine ainsi obtenu sur le cercle $|Z|<1$, $z=\varphi(Z)$, $\varphi(0)=0$. Posons $\psi_1(Z)=F[\varphi(Z)]$.

Lemme I. — *Quelle que soit la fonction $w=f(z)$ univalente dans le cercle $|z|<1$, $f(0)=0$, dont toutes les valeurs, pour $|z|<1$, appartiennent à $\mathcal{D}$ et qui ne prend pas la valeur w_0, nous avons $|f'(0)|\leqq|\psi'_1(0)|$.*

Soit, maintenant, $\mathcal{D}$ un domaine doublement connexe contenant le point $w=0$. Faisons la représentation conforme, $w=F(z)$ du domaine $\mathcal{D}$ sur l'anneau $r<|z|<R$, $0=F(z_0)$. En enlevant de l'anneau le segment $[re^{i(\arg z_0+\pi)}, Re^{i(\arg z_0+\pi)}]$, faisons la représentation conforme, $z=\varphi(z)$, du domaine simplement connexe ainsi obtenu sur le cercle $|z|<1$, $z_0=\varphi(0)$. Posons $\psi_2(z)=F[\varphi(z)]$.

Lemme II. — *Quelle que soit la fonction $w=f(z)$ univalente dans le cercle $|z|<1$, $f(0)=0$, dont toutes les valeurs, pour $|z|<1$, appartiennent à $\mathcal{D}$, on a $|f'_{(0)}|\leqq|\psi'_2(0)|$.*

Les démonstrations de ces deux propositions sont très simples, il suffit de tenir compte du théorème connu de MM. Koebe et Bieberbach.

2. *Conditions caractéristiques*. — Passons au problème posé. Soient $w=\Phi(z)$ la fonction cherchée et $z=\Phi_1(w)$ la fonction inverse. Désignons par $\mathcal{D}$ l'ensemble des valeurs de $f(z)$ pour $|z|<1$ et désignons par F la frontière du domaine $\mathcal{D}$. En appliquant les lemmes I et II il est facile d'établir les propriétés suivantes de $\Phi(z)$:

1° La fonction $w=\Phi(z)$ est univalente dans le cercle $|z|<1$, $\Phi(0)=0$, $\Phi'(0)$ est réel.

2° Chaque point du plan appartient ou bien à $\mathcal{D}$ ou bien à F.

3° La frontière F est formée d'un nombre fini d'arcs simples analytiques. Les points $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont les extrémités de n arcs différents. Chaque autre point de F appartient ou bien à un seul arc (point régulier de F) ou bien est une extrémité commune à trois arcs au moins.

4° En chaque point régulier w_0 de F la fonction $|\Phi'_1(w)|$ (1) possède une valeur limite unique, indépendante du chemin par lequel w tend vers w_0 dans $\mathcal{D}$.

On peut démontrer que la fonction $w=\Phi(z)$ jouissant des propriétés 1°, 2°, 3° et 4° est unique, donc :

Théorème I. — *La fonction cherchée est unique.*

Théorème II. — *Les conditions* 1°, 2°, 3° et 4° *sont les conditions néces-*

(1) Module de la dérivée de la fonction $\Phi_1(w)$.

saires et suffisantes pour que la fonction $w = \Phi(z)$ *soit la fonction cherchée.*

En faisant le prolongement analytique de la fonction $w = \Phi(z)$ et en construisant ainsi les surfaces riemanniennes dans les plans z et w, on obtient facilement les propriétés caractéristiques suivantes de la fonction $\Phi(z)$:

1° $\Phi(0) = 0$;

2° La surface riemannienne dans le plan w possède au plus $2n$ points de ramification, parmi lesquels se trouvent le point ∞ et les n points donnés $a_1, a_2, \ldots, a_n$;

3° La fonction $\Phi_1(w)$ est continue en chaque point de la surface, sauf au point $w = 0$, où elle peut être infinie. La fonction $\Phi'_1(w)$ est finie en chaque point de la surface sauf aux points $w = 0$, $w = a_k (k = 1, 2, 3, \ldots, n)$. Au point a_k, $\Phi'_1(w)$ est infinie comme $\frac{1}{\sqrt{w - a_k}}$;

4° Si z_0 est une valeur de $\Phi_1(w_0)$, chaque autre valeur z_i de $\Phi_1(w_0)$ s'obtient par la formule

$$z_i = z_0^{\pm 1} e^{i\varphi_k},$$

où les nombres $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_N$, $N \leqq 2n - 1$ sont des nombres définis par la position des points $a_1, a_2, \ldots, a_n$ et la suite totale $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_k, \ldots$ est la suite minimale contenant $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_N$ et invariante par rapport à la transformation $2\varphi_k - \varphi_m$.

D'après la propriété 4° on voit immédiatement que si les φ_k sont en nombre fini, les surfaces riemanniennes ont un nombre fini de feuillets; donc, dans ce cas, la fonction $\Phi(z)$ étant algébrique, on peut trouver une expression exacte de cette fonction. Dans le cas général, la fonction $\Phi(z)$ est transcendante, on peut définir cette fonction par des approximations successives.

3. *Application.* — On peut déduire immédiatement du théorème II la proposition suivante :

Soit $w = f(z)$ *une fonction univalente dans le cercle* $|z| < 1$ *et telle que* $f(0) = 0$, $|f'(0)| = 1$. *Alors* $f(z)$ *prend dans ce cercle au moins l'une des valeurs de la forme*

$$\frac{1}{\sqrt[n]{4}} e^{i\left(\varphi_0 + \frac{2k\pi}{n}\right)} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n). \tag{1}$$

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une généralisation du joint de Cardan.* Note (¹) de M. **F. E. Myard**, présentée par M. d'Ocagne.

Les variations angulaires différentielles bipériodiques de deux corps centrés, tournant d'un *mouvement moyen égal* sont utilisées, notamment dans le joint à compensation de Chavrier, ainsi que dans une nouvelle machine actuellement étudiée par l'auteur de la Note. Jusqu'ici, on les a obtenues par combinaison de deux cardans concentriques décalés, l'axe d'entrée commandant les deux arbres de sortie (d'axe commun), et les variations angulaires relatives dépendant d'un seul paramètre (angle de l'axe d'entrée avec l'axe des arbres de sortie).

Or, par combinaison de deux « cardans généralisés », celles-ci dépendraient de plusieurs paramètres angulaires, d'où : latitude plus grande et variée dans l'amplitude de ces variations, tout en conservant une faible obliquité des axes d'entrée et de sortie (avantageuse, pratiquement).

C'est ainsi que nous avons été conduit à étudier la généralisation, ici présentée, du joint de Cardan qui rentre dans le type d'une chaîne fermée à quatre couples rotoïdes concourants.

Soient OA_1 l'axe du cône OD_1 et α son demi-angle au sommet. Soient OA_4 l'axe du cône OD_4 et β son demi-angle au sommet. Ces deux axes font entre eux l'angle δ. Considérons le système de deux droites OA_2, OA_3 liées invariablement l'une à l'autre, en formant entre elles l'angle γ; et faisons pivoter autour du point O ce système angulaire, de manière que la droite OA_2 reste constamment sur le cône OD_1, et, pareillement, que la droite OA_3 soit constamment une génératrice du cône OD_4.

Puisque la droite OA_2 rencontre toujours l'axe OA_1, elle peut être liée à celui par couple rotoïde (en A_2, par exemple), et de même, la droite OA_3 peut être liée à l'axe OA_4 par un couple rotoïde, en A_3. Nous voyons donc que la liaison rotative des axes OA_1, OA_4 (couples rotoïdes en A_1 et A_4 par rapport au bâti) peut être assurée par les deux branches indéformables OA_2, OA_3, chacune étant liée par couple rotoïde à son axe correspondant, et les angles α, β, γ étant $\neq$ de 90° et quelconques.

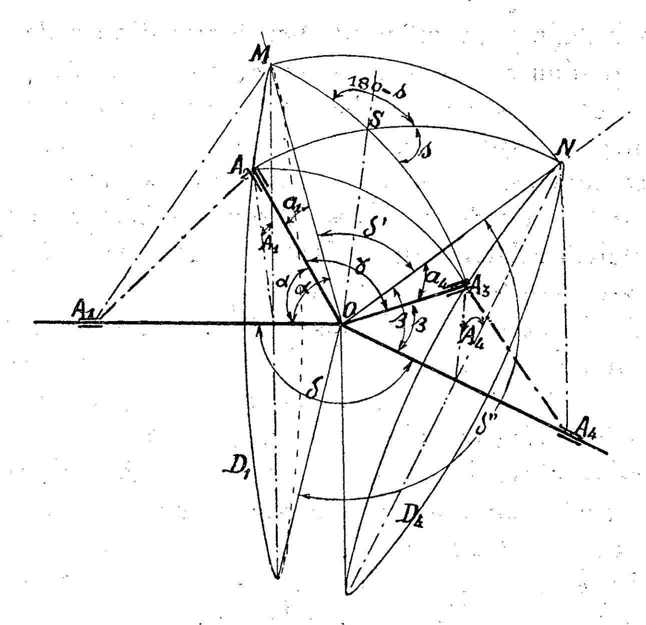
Comme condition de possibilité (pour avoir la continuité de transmission), on voit, en considérant les génératrices situées dans le plan des axes,

(¹) Séance du 3 novembre 1930.

qu'il faut que γ soit compris entre le plus grand angle fait par les génératrices voisines et le plus petit angle fait par les génératrices opposées :

$$\delta' < \gamma < \delta'' \quad \text{ou} \quad [360^\circ - (\alpha + \delta + \beta)] < \gamma < [\delta - \alpha + \beta].$$

Pour obtenir le rapport des vitesses simultanées, il faut lier algébriquement la



valeur des angles de rotation $\widehat{A_1}$ et $\widehat{A_4}$, puis différentier les termes de cette relation. Nous nous contenterons d'indiquer ici la marche du calcul.

Les trièdres OA_1A_2M et OA_4A_3N donnent respectivement :

(1) $$\cos a_1 = \cos^2\alpha + \sin^2\alpha . \cos\widehat{A_1}$$

et

(2) $$\cos a_4 = \cos^2\beta + \sin^2\beta . \cos\widehat{A_4}.$$

Il faut, maintenant, lier algébriquement les paramètres a_1 et a_4.

Les quatre trièdres de sommet O et génératrice commune OS donnent :

(3) $$\cos a_1 = \cos\widehat{SOA_2} . \cos\widehat{SOM} + \sin\widehat{SOA_2} . \sin\widehat{SOM} . \cos\hat{s},$$

(4) $$\cos a_4 = \cos\widehat{SOA_3} . \cos\widehat{SON} + \sin\widehat{SOA_3} . \sin\widehat{SON} . \cos\hat{s},$$

(5) $$\cos\gamma = \cos\widehat{SOA_2} . \cos\widehat{SOA_3} - \sin\widehat{SOA_2} . \sin\widehat{SOA_3} . \cos\hat{s},$$

(6) $$\cos\delta' = \cos\widehat{SOM} . \cos\widehat{SON} - \sin\widehat{SOM} . \sin\widehat{SON} . \cos\hat{s}.$$

Et les deux trièdres OA_2MN et OA_3NM donnent respectivement :

$$(7)\qquad \cos\left(\widehat{SON}+\widehat{SOA_2}\right)=\cos a_1.\cos\delta'+\sin a_1.\sin\delta'.\cos\widehat{OM},$$

$$(8)\qquad \cos\left(\widehat{SOM}+\widehat{SOA_3}\right)=\cos a_4.\cos\delta'+\sin a_4.\sin\delta'.\cos\widehat{ON}.$$

Or, les angles dièdres $\widehat{OM}$ et $\widehat{ON}$ s'expriment, par un calcul facile, respectivement en fonction de a_1, α et a_4, β. Enfin

$$\delta'=360^\circ-(\alpha+\delta+\beta).$$

Donc, au total, les six équations trigonométriques (3), (4), (5), (6), (7), (8) contiennent les sept paramètres variables $\widehat{SOA_2}$, $\widehat{SOA_3}$, $\widehat{SOM}$, $\widehat{SON}$, $\hat{s}$, a_1, a_4 et les quatre paramètres fixes α, β, γ, δ. Par conséquent, l'élimination des cinq paramètres $\widehat{SOA_2}$, $\widehat{SOA_3}$, $\widehat{SOM}$, $\widehat{SON}$, $\hat{s}$ entre ces six équations donnerait la relation qui lie a_1 et a_4. Si enfin, dans celle-ci, on remplaçait a_1 et a_4 en fonction de $\widehat{A_1}$ et $\widehat{A_4}$ [équations (1) et (2)] on obtiendrait la relation finale qui, différentiée, ferait apparaître le résultat cherché.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la stabilité de certains tourbillons isolés.* Note de M. **R. Mazet**.

Reprenant les hypothèses de ma dernière Note (1) et conservant les mêmes notations, j'expliciterai tout d'abord les deux équations en α et β, contenues dans la formule (1), qui fixent la position des tourbillons conjugués T, T′ dans l'écoulement permanent entre deux parois symétriques lorsque celles-ci présentent deux points P et P′, eux-mêmes symétriques, saillants vers le liquide.

Bornons-nous au cas où chaque paroi est représentée par une ligne brisée de n côtés terminée par deux demi-droites non forcément parallèles à l'axe de symétrie Ox. Désignons par σ_1, σ_2, ..., σ_{2n} l'angle de deux côtés consécutifs du contour *total* de (D) parcouru dans le sens direct à partir de l'infini (B). En vertu de la symétrie, on a $\sigma_1=\sigma_{2n-1}$, $\sigma_2=\sigma_{2n-2}$, ..., mais non

(1) *Sur l'écoulement permanent avec tourbillons isolés* (*Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 600).

forcément $\sigma_n = \sigma_{2n}$; posons donc $\frac{\sigma_{2n} - \sigma_n}{2} = \sigma'$ (tous ces angles sont mesurés en prenant π pour unité).

Évaluons $\frac{dz}{d\zeta}$. Un calcul simple, effectué en passant par l'intermédiaire du cercle de rayon 1 et utilisant une formule bien connue de M. H. Villat [1], conduit au résultat suivant :

$$(2) \qquad \frac{dz}{d\zeta} = k\, e^{\sigma'\zeta - i(\sigma_n - \pi)} \prod_{i=1}^{i=n-1} (\operatorname{ch}\zeta - m_i \operatorname{sh}\zeta)^{-\sigma_i},$$

k étant un facteur d'homothétie et $m_1, m_2, \ldots, m_{n-1}$ des constantes réelles, déterminées par les $n-2$ rapports de dimensions du domaine (D) et vérifiant $1 > m_1 > m_2 > \ldots > m_{n-1} > -1$. Ajoutons que, si P est le $p^{\text{ième}}$ sommet à partir de l'aval, on devra prendre $m_p = 0$ (par hypothèse : $0 > \sigma_p \geqq -1$; pour les $n-2$ autres : $0 < \sigma_i < 1$).

Cela posé, en écrivant la formule (1) de ma dernière Note et séparant le réel de l'imaginaire, on obtient aisément les équations annoncées :

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\sum_{i=1}^{i=n-1} \sigma_i \frac{(1+m_i^2)\operatorname{sh}2\alpha - 2m_i \operatorname{ch}2\alpha}{(1+m_i^2)\operatorname{ch}2\alpha - 2m_i\operatorname{sh}2\alpha + (1-m_i^2)\cos 2\beta} = \sigma' \\ &\qquad\qquad \left(\sum_{i=1}^{i=n-1} \sigma_i \leqq -|\sigma'|\right), \\ &\sum_{i=1}^{i=n-1} \sigma_i \frac{1-m_i^2}{(1+m_i^2)\operatorname{ch}2\alpha - 2m_i\operatorname{sh}2\alpha + (1-m_i^2)\cos 2\beta} \\ &\qquad\qquad = -2\frac{\operatorname{ch}2\alpha\cos 2\beta + \sin^2 2\beta + 1}{(\operatorname{ch}2\alpha + \cos 2\beta)\sin^2 2\beta}. \end{aligned} \right.$$

Comme application, prenons $n = 3$, $\sigma_1 + \sigma_2 = 0$ (d'où nécessairement $\sigma' = 0$). En posant $m_1 = m$, $\sigma_1 = \sigma$, $m_2 = 0$, on tire sans peine

$$\operatorname{th} 2\alpha = \frac{(3-\sigma)m}{1+(2-\sigma)m^2} \qquad \text{et} \qquad \cos 2\beta = -\frac{1}{\operatorname{ch}2\alpha - m\operatorname{sh}2\alpha}.$$

Pour que la solution existe, il faut et il suffit que m (qui est positif par hypothèse) soit inférieur à $\frac{1}{2-\sigma}$. Le cas particulier signalé dans ma dernière Note correspondait à $\sigma = \frac{1}{2}$. Ici les parois de jonction du grand et du petit

---

[1] Henri Villat, *Mécanique des fluides*, p. 73 (Paris, Gauthier-Villars, 1930).

canal font avec l'axe de symétrie un angle égal à σ ($\sigma\pi$, en radians). Par symétrie par rapport à une paroi du grand canal, on obtient l'écoulement dans un canal rectiligne barré d'un obstacle parallèle aux parois, très allongé vers la gauche et terminé vers la droite en forme de V couché.

D'autre part, nous dirons, comme d'habitude, que les tourbillons conjugués qui correspondent à la solution (α_0, β_0) sont *stables* si, en posant

$$\alpha = \alpha_0 + \lambda g(t), \qquad \beta = \beta_0 + \lambda h(t),$$

et regardant λ comme un infiniment petit constant du premier ordre (c'est-à-dire en écartant légèrement les tourbillons de leur position d'équilibre), on obtient pour $g(t)$ et $h(t)$ des expressions qui restent *finies* quel que soit t, *le débit conservant sa valeur de l'écoulement permanent*. L'équation complexe qui définit $g(t)$ et $h(t)$ est

$$\lambda\left(\frac{dg}{dt} - i\frac{dh}{dt}\right) = \frac{1}{4\pi}\left|\frac{d\zeta}{dz}\right|_1^2\left[2\cot 2\beta + i\left(\frac{d}{d\zeta}\log\frac{dz}{d\zeta}\right)_1 + \frac{4q}{1}\right],$$

q ayant la valeur qui annule le crochet pour $\alpha = \alpha_0$, $\beta = \beta_0$. En négligeant les termes en λ^2, ..., divisant les deux membres par λ et posant

$$\alpha_0 + i\beta_0 = \zeta_0, \qquad \left(\frac{d^2}{d\zeta^2}\log\frac{dz}{d\zeta}\right)_0 = L + iM,$$

elle se réduit à

$$(4) \quad \frac{dg}{dt} - i\frac{dh}{dt} = -\frac{1}{4\pi}\left|\frac{d\zeta}{dz}\right|_0^2\left[4(1+\cot^2 2\beta_0)h + \left(\frac{d^2}{d\zeta^2}\log\frac{dz}{d\zeta}\right)_0(h - ig)\right]$$
$$= \text{const. réelle} \times \{Mg + [L + 4(1+\cot^2 2\beta_0)]h - i(Lg - Mh)\}$$

et la condition de stabilité s'écrit simplement

$$(5) \qquad L^2 + 4(1+\cot^2 2\beta_0)L + M^2 < 0.$$

On voit qu'elle entraîne $L < 0$.

Dans l'application traitée plus haut ($n = 3$, $\sigma_1 + \sigma_2 = 0$), il est facile de vérifier que la condition (5) est satisfaite : les tourbillons sont donc *stables*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La couronne solaire étudiée en dehors des éclipses*. Note de M. **Lyot**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Les tentatives faites pour déceler la couronne en dehors des éclipses n'avaient donné, jusqu'ici, aucun résultat certain. La lumière diffusée par

les molécules d'air ne suffit pas à expliquer cet échec; celui-ci doit être attribué à la diffraction de la lumière solaire par les grosses particules en suspension dans notre atmosphère et par les instruments d'optique employés pour former l'image du Soleil.

J'ai réussi à analyser la polarisation de la couronne intérieure et à étudier deux raies brillantes de son spectre pendant les mois de juillet et août derniers à l'Observatoire du Pic du Midi. Le ciel, à cette altitude, était si pur que, fréquemment, sa brillance ne subissait, près du Soleil, aucun accroissement sensible.

L'image du Soleil se formait sur un disque métallique qui dépassait le bord solaire d'environ 30″. L'observateur, abrité par cet écran, pouvait examiner directement, à l'oculaire, les alentours immédiats du Soleil sans être ébloui.

Dans ces conditions, les protubérances étaient visibles sans le secours du spectroscope et même sans l'interposition d'aucun écran coloré; elles apparaissaient alors avec la couleur rosée qu'elles présentent pendant les éclipses. A l'aide d'un verre ou d'un écran rouge, on pouvait les observer sur un ciel très foncé et voir de fins détails malgré la faible ouverture utilisée (4^{cm}).

La polarisation de la couronne a été étudiée avec le polarimètre à franges précédemment décrit [1]. Cet appareil, sensible à une proportion de lumière polarisée de un millième, pouvait tourner de manière à déplacer les franges sur le ciel tout autour de l'image solaire. Un cercle donnait, rapporté au centre du Soleil, l'angle de position du point observé. Des fils fixes, tendus dans l'oculaire, permettaient d'évaluer la distance de ce point au bord solaire. Les mesures ont été faites lorsque le Soleil était à plus de 50° de l'horizon. Elles ont donné les résultats suivants :

La proportion de lumière polarisée, nulle au delà de 6′ du bord, augmentait rapidement vers le Soleil, puis restait constante au-dessous de 3′. Elle était d'autant plus forte que le ciel était plus transparent; au contraire, le passage de nuages, même assez légers, la rendait insensible. Le plan de polarisation paraissait radial.

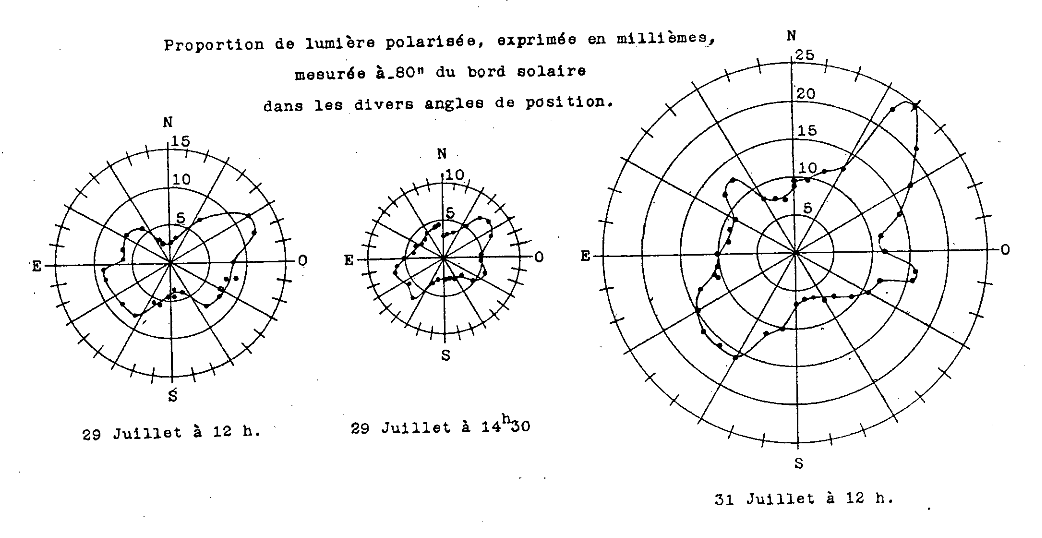
On peut conclure de ce qui précède que la polarisation trouvée n'est pas d'origine atmosphérique. L'étude, en laboratoire, du système optique employé, a montré qu'elle n'était pas instrumentale. C'est donc bien la

---

(1) *Comptes rendus* **177**, 1923, p. 1015; *Annales de l'Observatoire de Meudon*, **8**, 1, 1929, p. 12.

polarisation de la couronne que l'on observe ainsi, réduite en chaque point dans le rapport de la brillance réelle de la couronne à celle du champ.

Les graphiques ci-dessous donnent les proportions de lumière polarisée trouvées dans les divers angles de position à une distance constante du bord solaire égale à 80″ environ. Leur fermeture, quelquefois imparfaite, est due à une légère variation de la transparence atmosphérique au cours



des mesures. Leur forme correspond, sans doute, aux inégalités de brillance de la couronne intérieure plutôt qu'à des inégalités de sa proportion de lumière polarisée. Ils montrent deux minima vers 10° et 190°, dirigés très sensiblement suivant la ligne des pôles du Soleil.

J'ai examiné le spectre du ciel au voisinage immédiat du Soleil à l'aide d'un spectroscope à vision directe.

Le 30 juillet et les jours suivants, on voyait, en plus des raies solaires, dues à la lumière diffuse, une raie brillante dans le vert, non loin de la raie E. Elle était longue et intense au Nord-Ouest, où on la suivait jusqu'à 4′ du bord solaire, plus faible au Sud-Est et à peine observable au Nord et au Sud. Cet aspect, qui persista les jours suivants, s'accorde bien avec les graphiques de polarisation du 29 et du 31 juillet.

Le 3 et le 4 août, par une transparence atmosphérique remarquable, j'ai vu une deuxième raie brillante dans le rouge entre la bande α et la raie C. Elle était moins intense mais presque aussi longue que la raie verte et présentait, tout autour du Soleil, les mêmes variations de longueur et d'intensité.

Le 7 août et principalement le 10, la raie verte offrait un aspect beaucoup plus uniforme; la raie rouge était invisible; on la distingue cependant, faible et courte, sur deux clichés pris au bord Est le 10 août avec une fente large et des poses respectives de 20 et 45 minutes.

La longueur d'onde de la raie verte, obtenue à l'oculaire par rapport aux raies solaires qui l'entourent, est de 5303,2 ± 0,1 angströms internationaux. Les mesures des deux clichés du 7 et du 10 août, moins précises à cause de la faible dispersion employée (30 Å par millimètre), fournissent les chiffres 5302,4 et 5302,5.

Les mesures micrométriques directes de la raie rouge, difficiles en raison de la faiblesse des groupes de raies solaires voisins, donnèrent 6375 Å tandis que les deux clichés du 10 août donnent respectivement 6370 et 6373,5.

Les deux raies brillantes étudiées correspondent bien aux deux radiations les plus intenses de la couronne, observées pendant les éclipses et pour lesquelles on admet les longueurs d'onde 5303,1 et 6374.

Ces premiers résultats montrent qu'il est, désormais, possible d'étudier la couronne intérieure d'une manière continue et d'autant plus complète que l'on dispose pour cela, non seulement des quelques minutes offertes par les éclipses totales, mais souvent de plusieurs heures consécutives.

Remarques au sujet de la Note précédente, par M. **Ernest Esclangon**.

Il convient de signaler la particulière importance de la Note précédente qui marque une étape nouvelle dans les études de la couronne solaire.

Jusqu'ici, la couronne n'était pas observable en dehors des éclipses; certains astronomes avaient même démontré l'impossibilité qu'il en fût autrement. La Note de M. Lyot prouve, une fois de plus, combien il est parfois imprudent de démontrer l'impossible.

L'étude de la couronne en dehors des éclipses, même réduite aux parties peu éloignées du bord solaire, ne manquera pas, en raison de la continuité qu'elle assurera aux observations, d'être très féconde. L'étude méthodique de la lumière polarisée, de même que celle des raies verte et rouge permettront sans doute de mettre en évidence certains rapports de la couronne avec des éléments de la surface tels que les protubérances et les taches ou les facteurs plus profonds qui règlent l'activité solaire.

Sans doute, l'observation restera toujours plus délicate qu'en temps d'éclipse, à cause de la diffusion moléculaire dans l'atmosphère terrestre;

les résultats obtenus par M. Lyot ont mis néanmoins en évidence ce fait capital que cette diffusion n'est pas un obstacle absolu comme on pouvait le croire; l'illumination du ciel qui en résulte demeurant inférieure à l'éclat propre de la couronne. Il importe surtout d'éviter l'effet de diffraction produit par les grosses particules en suspension dans l'air et par les instruments d'optique eux-mêmes.

Peut-être est-il possible, sans s'astreindre aux hautes altitudes, d'observer en des lieux d'altitude moyenne mais où l'atmosphère est exceptionnellement transparente et sèche, conditions que l'on rencontre en certaines régions de la haute Provence, remarquables par la pureté de leur ciel.

Remarques sur la Communication précédente, par M. **H. Deslandres**.

Je crois devoir insister sur la grande importance de la découverte due à M. Lyot. Parmi les dépendances du Soleil, qui nous sont révélées par les éclipses totales de l'astre, la couronne, qui est la plus étendue, est pour nous encore mystérieuse. Il est seulement probable qu'elle est liée à la pression de radiation et qu'elle nous offre en très grand ce que Crookes a appelé le 4e état de la matière. M. Lyot nous montre que la couronne, au moins dans sa partie gazeuse, peut être révélée et photographiée en temps ordinaire en dehors des éclipses (1); l'étude de cette couronne qui sera bientôt continue, apportera des données précieuses sur son origine et sur sa nature.

Certes les conditions à remplir pour observer en tout temps la couronne ont été déjà étudiées, et quelque peu précisées; M. Lyot a su les réaliser de la façon la plus heureuse, et il a de plus reconnu des faits nouveaux avec son polarimètre. Il a eu la couronne à l'altitude de 2800m, alors que les essais poursuivis en 1904 au sommet du Mont Blanc à 4800m avaient été infructueux (2). On lui doit déjà, comme on sait, d'autres recherches, aussi très

(1) M. Lyot nous a montré l'épreuve spectrale signalée ci-dessus, qui offre la raie verte de la couronne nettement détachée sur le fond continu. Il est certain que l'image de la couronne gazeuse sera obtenue aisément avec un quelconque des spectrohéliographes actuellement en service, qui peuvent être fixés à un équatorial.

Il est probable que l'on aura aussi l'image de la couronne à spectre continu, en isolant une raie noire du spectre solaire, au besoin avec un spectrohéliographe spécial.

(2) *Comptes rendus*, **116**, 1893, p. 1184; **117**, 1893, p. 1053; *Bulletin astronomique*, 1894, p. 66; *Observations de l'Éclipse totale de* 1893, Gauthier-Villars, 1896, p. 72; *Comptes rendus*, 1905, p. 768 et 965.

belles, sur la polarisation des planètes, qui avait échappé à tous les observateurs précédents, et qui fournit des renseignements très utiles sur la nature physique et chimique des atmosphères et surfaces planétaires.

M. Lyot s'affirme donc déjà comme un maître, et il convient de noter que sa formation a été surtout expérimentale. Tout jeune, il organisait dans sa chambre de multiples expériences, et il avait sur son toit un petit observatoire. D'abord préparateur du cours de Physique à l'École Polytechnique, il nous a frappés tous en 1920 par son habileté manuelle, par les dispositions remarquables qu'il offrait pour la recherche scientifique, et j'ai tenu à l'attacher immédiatement à l'Observatoire de Meudon. La formation expérimentale, appuyée sur un contact continu et prolongé avec les faits, a de multiples avantages, et avec l'appoint d'une instruction suffisamment solide, elle est peut-être au fond la meilleure.

PHYSIQUE. — *La loi de la rotation paramagnétique dans le xénotime et sa vérification expérimentale.* Note [1] de MM. **Jean Becquerel, W. J. de Haas** et **H. A. Kramers**, présentée par M. Pierre Weiss.

Deux auteurs [2] de la présente Note ont montré que la rotation paramagnétique dans le xénotime, lorsque l'axe optique est parallèle au faisceau lumineux et au champ magnétique, obéit à la loi simple de la tangente hyperbolique,

$$\rho = \rho_\infty \, \mathrm{th} \frac{n\mu_B H}{kT} \tag{1}$$

(ρ_∞ rotation à saturation, μ_B magnéton de Bohr, k constante de Boltzmann, T température absolue) aux températures réalisables avec l'hydrogène liquide. Mais aux très basses températures obtenues avec l'hélium un écart à la loi précédente se manifeste d'autant plus que la température est plus basse, tandis que la limite de saturation paraît rester constante au-dessous de 4°,2K.

L'un de nous [3] a donné une formule théorique qui permet de rendre compte de ces écarts à la loi simple (1) :

$$\rho = \rho_\infty \frac{n\mu_B H}{\sqrt{(n\mu_B H)^2 + K^2}} \, \mathrm{th} \frac{\sqrt{(n\mu_B H)^2 + K^2}}{kT}. \tag{2}$$

---

(1) Séance du 3 novembre 1930.

(2) Jean Becquerel et W. J. de Haas, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 782.

(3) H. A. Kramers, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 784.

Voici quelques valeurs, mesurées, d'une part, calculées d'autre part en prenant

$$\rho_\infty = -75°,35, \quad n = 7,0 \quad K = 1,96_5\,10^{-16}.$$

$\lambda = 5615,7$; $T = 4°,22$ K.			$\lambda = 5615,7$; $T = 1°,38$ K.		
H/T.	$-\rho$ observée.	$-\rho$ calculée.	H/T.	$-\rho$ observée.	$-\rho$ calculée.
	°	°		°	°
530,8....	18,9	17,9	478,4....	$13,0_5$	$12,5_5$
721,3....	24,6	$23,7_5$	693,7....	$17,5_5$	18,0
1540......	$46,5_5$	45,3	1031,8....	$26,3_5$	26,0
1943......	$53,2_5$	53,0	1364......	$33,4_5$	33,7
2269.	$58,2_5$	58,0	1624......	$39,9_5$	38,4
2502......	60,7	60,8	2193......	46,8	47,6
2862......	$63,0_5$	$64,4_5$	2818......	54,9	55,4
3201......	66,4	67,1	3863......	$62,8_5$	63,4
3799......	69,8	70,3	5072......	$68,4_5$	68,3
4604......	$73,0_5$	72,6	7319......	72,3	72,1
5304......	$73,9_5$	73,7	12958......	74,3	74,3
5783......	$73,8_5$	$74,1_5$	16272......	75,3	$74,6_5$
6314......	$74,7_5$	74,5	19335......	75,1	$74,8_5$

Une analyse de l'ensemble des mesures met en évidence, d'une façon plus convaincante que ne peut le faire le court extrait qui précède, que la formule (2) représente très bien le phénomène. Les écarts entre valeurs observées et valeurs calculées n'ont rien de systématique et ne dépassent pas les erreurs d'expérience qui, dans le cas du xénotime, sont de l'ordre du degré.

Il convient d'indiquer la précision avec laquelle les valeurs de n et de K sont déterminées. Un examen approfondi montre qu'à 1°,38 les valeurs de ρ calculées par (2) sont assez sensibles à une variation de K : pour la représentation des résultats il subsiste une grande marge dans le choix de n, mais n étant fixé K est déterminé à 2 ou 3 pour 100 près. Au contraire à 4°,22 et à 14°,34 ce sont les variations de n, et non celles de K qui changent beaucoup les valeurs calculées. Par suite, c'est l'ensemble des résultats obtenus aux trois températures 14°,34, 4°,22 et 1°,38 qui permet de préciser à la fois la valeur de n et celle de K. Les mesures aux deux premières températures montrent que n est certainement compris entre 6,5 et 7,5 probablement même entre 6,8 et 7,2 : 7,0 est la valeur la plus probable.

Le xénotime contient principalement les terres rares Gd et Er. D'après la théorie de Hund [1] sur l'aimantation des terres rares, la valeur $n = 7$ ne

---

[1] F. HUND, *Linienspektren und Periodisches System der Elemente*, p. 175.

s'accorde nullement avec l'hypothèse que la rotation serait due à l'ion erbium mais elle convient très bien pour l'ion gadolinium. La cause précise du dédoublement fondamental du Gd^{+++} en deux niveaux distants de 2 K n'est pas encore éclaircie d'une manière satisfaisante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Diffusion d'ions de sels dans l'aluminium.* Note (1) de M. **J. Cichocki**, présentée par M. J. Perrin.

M. T. Peczalski a découvert que les sels diffusent dans les métaux (cuivre, fer) (2), et qu'en les traversant ils y produisent un courant thermionique. J'ai mesuré avec M. Peczalski ce dernier effet dans le cas de diffusion de divers sels dans le cuivre (3).

J'ai repris les mêmes expériences avec l'aluminium. Un tube d'aluminium de 2^{mm} de diamètre intérieur et de 4^{mm} de diamètre extérieur a été rempli de chlorure de nickel $NiCl^2$, puis étiré de manière que son diamètre extérieur soit réduit à $0^{mm},83$. Autour du tube d'aluminium on a mis un tube de cuivre concentrique de 20^{mm} de diamètre environ, et l'ensemble des

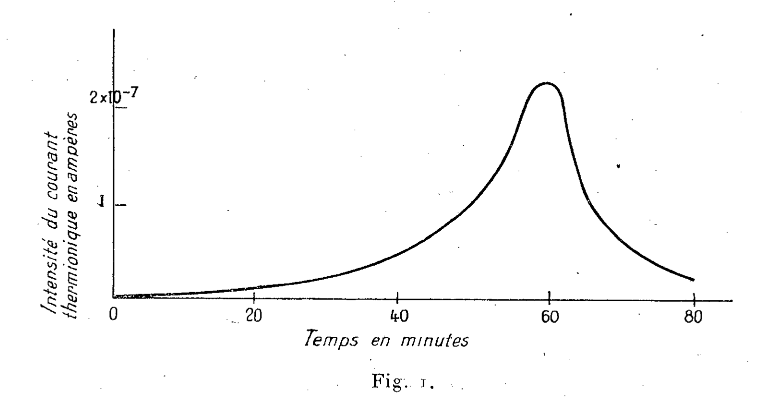


Fig. 1.

deux tubes métalliques a été placé dans un tube de verre également concentrique, à l'intérieur duquel on a fait le vide au moyen d'une pompe à diffusion. Les tubes d'aluminium et de cuivre ont été reliés à une batterie d'accumulateurs de force électromotrice $v = 80$ volts. Le courant de chauf-

---

(1) Séance du 3 novembre 1930.

(2) T. Peczalski, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 463.

(3) T. Peczalski et J. Cichocki, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 699.

fage passait à travers le tube d'aluminium et le portait à la température de 600° C (1).

En mesurant le courant thermionique, je n'ai observé aucune émission négative. L'émission thermionique positive est représentée par la courbe ci-dessus :

De ces expériences, on peut conclure que l'émission thermionique positive est due à l'absorption du sel par le métal; cette absorption croît avec le temps, atteint une valeur maxima puis décroît par l'effet d'une émission d'ions dans l'espace vide qui entoure le tube.

En examinant le tube après l'expérience, on remarque qu'après avoir subi le chauffage en présence du $NiCl^2$, la masse du métal présente des cannelures élargies par l'absorption du sel.

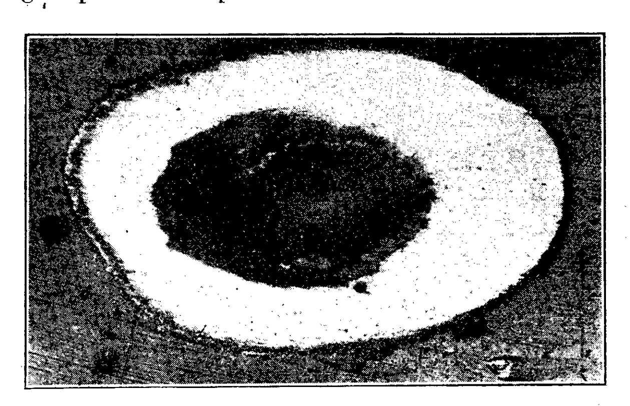


Fig. 2. — × 50.

La figure 2 représente la photographie du tube d'aluminium coupé obliquement.

Mes expériences ont prouvé que le phénomène découvert par M. Peczalski se reproduit dans le cas de l'aluminium, excepté en ce qui concerne l'émission thermionique négative que je n'ai pu observer avec ce métal.

(1) Les détails de construction de l'appareil ont été décrits dans la Note ci-dessus indiquée.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'isomérie de radicaux.*
Note de M. et M[me] **Clément Duval**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons indiqué dans une présente Note (1), qu'un certain nombre d'anions pouvaient être dissimulés dans un complexe parfait hexacoordonné en acquérant une coordinence déterminée par le nombre de molécules d'ammoniac qui leur sont associées. Par exemple, dans les cobaltipentammines, tous les acides se fixent au cobalt avec une valence secondaire égale à un.

Une première remarque résulte de nos expériences : si l'on veut déterminer la valence principale d'un anion, on peut essayer de l'incorporer dans une cobaltipentammine et faire l'analyse chimique du corps trouvé. Ainsi, si l'on écrit l'acide dithionique SO^3H ou $S^2O^6H^2$, on doit trouver l'un ou l'autre des deux complexes

$$Cl^2[Co\,SO^3(NH^3)^5] \quad \text{ou} \quad Cl[Co\,(S^2O^6)(NH^3)^5].$$

Or, l'expérience nous a toujours donné le deuxième sel et par suite, l'acide dithionique doit s'écrire $S^2O^6H^2$, en accord avec les travaux de Cornec (2), de Baubigny (3) et de Pascal (4). Inversement, l'acide persulfurique devrait s'écrire SO^4H, formule en désaccord avec les expériences de divers chimistes, mais confirmée par certaines mesures de conductibilité et par les expériences de Noyes sur les réactions de divers ordres. Une deuxième remarque pleinement vérifiée par l'expérience résulte de ce fait que deux ions complexes ayant exactement la même composition centésimale et une formule identique peuvent avoir des valences électrolytiques, des spectres d'absorption, des magnétismes différents. C'est en cela que consiste l'isomérie de radicaux que nous allons plus spécialement étudier sur les deux ions

$$[Co\,SO^{4''}(NH^3)^5]^- \quad \text{et} \quad [Co\,SO^{4'}(NH^3)^5]^{--}.$$

Les sels correspondant à ce dernier n'étaient pas décrits. Le sulfate de cobaltipersulfatopentammine prend naissance de la façon suivante :

(1) Cl. et R. Duval, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 537.
(2) Cornec, *Ann. Ch. Phys*, 8e série, **30**, 1913, p. 86.
(3) Baubigny, *Comptes rendus*, **150**, 1910, p. 974.
(4) P. Pascal, *Diamagnétisme et constitution chimique*, Doin, Paris 1925, p. 106.

« 300^{cm^3} d'une solution d'hydroxyde d'aquopentammine préparée (¹) à partir de 10^g de chlorure de cobaltichloropentammine sont traités par 25^g de persulfate d'ammonium et abandonnés pendant deux jours à la température de 15°. On filtre la liqueur pour la débarrasser d'un léger précipité noir et on la sature avec 31^g de persulfate. L'addition d'alcool (250^{cm^3}) détermine la précipitation d'un corps orangé, microcristallin, pesant $5^g,5$. »

	Trouvé.	Calculé pour $SO^4[CoSO^4(NH^3)^5].H^2O$.
CO	17,01	16,66
NH^3	24,15	24,10
SO^4 (total)	54,08	54,23
SO^4 (persulfurique)	27,12	27,11
SO^4 (sulfurique)	26,96	27,11
H^2O	.	5,01

Les mesures de conductibilité effectuées à 25° ont donné le tableau suivant qui conduit à l'existence de deux ions, en solution concentrée.

v	32.	64.	128.	256.	512.	1024.
μ	106	120	139	165	198	239

Le sel étudié est bien le sulfate de persulfatopentammine présentant l'isomérie de radicaux avec le sulfate de sulfatopentammine

$$SO^4[CoSO^4(NH^3)^5].H^2O,$$

dont la constitution ne fait plus de doute depuis les travaux de M. Paul Job (²).

Le sulfate de persulfatopentammine a une densité voisine de 2,1 et sa susceptibilité moléculaire est $\chi_m = -588.10^{-6}$. Le sulfate de sulfatopentammine est rouge; sa densité est 1,7 et sa susceptibilité est $\chi_m = -212.10^{-6}$; toutes ces mesures étant faites à 15°. On déduit des valeurs précédentes du diamagnétisme la susceptibilité de chacun des deux ions : -537.10^{-6} pour l'ion persulfatopentammine et -80.10^{-6} pour l'ion sulfatopentammine, en se servant des modules (-18.10^{-6} pour l'eau et -33.10^{-6} pour SO^4) déterminés par M. Pascal (*loc. cit.*, p. 96). Le cobalt paraît donc plus fortement dissimulé dans le sulfate de persulfatopentammine que dans l'autre complexe.

Les spectres d'absorption des solutions équimoléculaires des deux sulfates précédents ont été photographiés sur la même plaque, dans le spectre visible et les courbes d'absorption, construites à l'aide du microphotomètre

(¹) Cl. et R. Duval (*loc. cit.*).
(²) Paul Job, *Thèse*, Paris, 1921.

de Chalonge et Lambert. Pour chaque solution, six spectres ont été obtenus avec les concentrations $v = 125$, 250, 500, 1000, 2000 et 4000. Pour les trois premières concentrations, *les courbes ne sont pas superposables*. Pour $v = 1000$, la juxtaposition est presque parfaite; les deux sels ayant donné naissance au sulfate de cobalti-aquopentammine, par hydrolyse.

Les cas d'isomérie découlant de la théorie de Werner se rangent ainsi en deux grands groupes; ceux qui portent sur le complexe : isoméries *cis-trans*, optique, de sels, de radicaux; ceux qui portent sur la molécule entière : métamérie, polymérie, isomérie d'hydratation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcoyl-*Py*-quinoléines* (*Généralisation de la réaction de Skraup appliquée aux α-alcoylglycérols*). Note de M. **Raymond Delaby** et Mlle **Jeanne Hiron**, présentée par M. A. Béhal.

D'heureuses modifications à la réaction initiale de Skraup nous ayant permis d'obtenir la quinoléine dans des conditions avantageuses (¹), nous avons pensé les appliquer à l'action de l'aniline sur les homologues du glycérol, facilement accessibles à présent (²).

Le problème était plus délicat. Le glycérol lui-même se déshydrate en majeure partie en acroléine, mais il se fait aussi de l'aldéhyde acétique et du formol : il est possible que le faible rendement en quinoléine par rapport au glycérol, obtenu dans la réaction de Skraup, soit dû, en partie, à ce second mode de déshydratation. La déshydratation des α-alcoylglycérols est théoriquement encore plus compliquée; et en fait, l'un de nous n'a pu isoler l'aldéhyde β-éthylallylique des produits de la catalyse déshydratante de l'éthylglycérol sur sulfate de magnésium à 340-360°, ou au moyen du bisulfate de potassium ou encore de l'acide orthophosphorique (³).

Quoi qu'il en soit, nous avons pu obtenir les homologues de la quinoléine dans le noyau pyridique, en faibles quantités il est vrai, par la réaction de Skraup que nous avons améliorée. Les alcoyl-Py-quinoléines ainsi préparées sont des mélanges des isomères α et γ, le premier étant toujours prépondérant, et même le constituant essentiel. Ce fait expérimental démontre

(¹) G. Darzens, R. Delaby et J. Hiron, *Bull. Soc. chim.*, 47, 4e série, 1930, p. 227.
(²) R. Delaby, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 967 et 1152.
(³) R. Delaby, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 690.

indirectement la formation intermédiaire d'un aldéhyde α-éthylénique, R — CH = CH — CHO.

En effet, deux interprétations de la réaction de Skraup ont été proposées ([1]), dans lesquelles on admet initialement la déshydratation du glycérol en acroléine sous l'influence de l'acide sulfurique. La condensation de l'acroléine et de l'aniline fut d'abord expliquée par la formation d'une imine phénylée, qui se cyclisait ensuite sous l'influence de l'agent oxydant (nitrobenzène, acide arsénique, sels stanniques, ferriques, etc.). Blaise et Maire montrèrent que l'aniline se fixe plutôt sur la double liaison de l'acroléine; l'aldéhyde β-anilinopropionique formée se déshydrate et s'oxyde simultanément pour donner la quinoléine. Leur démonstration est basée sur les faits expérimentaux suivants : la condensation de l'aldéhyde crotonique et de l'aniline conduit à l'α-méthylquinoléine, tandis que celle des cétones vinylées, isomères des aldéhydes α-éthyléniques ou des cétones β-chloréthylées et de la même base, aboutit aux γ-alcoylquinoléines; il est facile de voir que la première interprétation basée sur la formation intermédiaire d'une base de Schiff conduit exactement aux résultats inverses des constatations expérimentales. Avec les alcoylglycérols employés dans nos expériences, la déshydratation peut conduire théoriquement aussi bien à des aldéhydes et à des cétones non saturés : la formation prépondérante de l'isomère α laisse donc penser que, conformément au mécanisme de Blaise et Maire, le produit intermédiaire de la déshydratation est ici un aldéhyde éthylénique. Il sera en outre intéressant par la suite de rechercher les conditions expérimentales de déshydratation et d'isolement différentes de celles rappelées ci-dessus et permettant d'atteindre directement, à partir des alcoylglycérols, les homologues de l'acroléine et de l'aldéhyde crotonique, ou leurs isomères.

Les *Py*-alcoyl quinoléines sont des liquides à odeur forte, de couleur jaune clair, la coloration s'accentuant à mesure que le poids moléculaire augmente. L'éthylquinoléine fraîchement distillée est presque incolore; dans les mêmes conditions, la butylquinoléine est jaune paille. A la longue, elles prennent une teinte rouge brun qui s'accentue avec la durée de conservation. Leurs constantes physiques et les points de fusion de leurs sels ou complexes sont rapportés dans le tableau suivant :

([1]) E. E. Blaise et M. Maire, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 3, 1908, p. 671.

	α-éthylquinoléine.	α-propylquinoléine.	α-butylquinoléine.
Eb. 13^{mm}	128-131°	142-145°	150-155°
Densité	$d_4^{17} = 1,050$	$d_4^{17} = 1,038$	$d_4^{18} = 1,020$
Indice de réfraction	$n_D^{23} = 1,5979$	$n_D^{23} = 1,5886$	$n_D^{23} = 1,5799$
R. M. trouvé	51,3	55,8	60,5
R. M. calculé	50,2	54,8	59,4
Point de fusion instantanée du :			
Picrate	148°	159°	143°
Chloroplatinate	188°	huileux	163°,5
Chloromercurate	118°	112°	»
Iodomercurate	135°	»	»
Iodobismuthate	205° (déc.)	186°	163°

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sclaréol et dérivés.* Note de M. **Maurice-Marie Janot**, présentée par M. A. Béhal.

Le sclaréol, découvert en 1928 par MM. Y. Volmar et A. Jermstad [1] dans l'essence « absolue » de *Salvia sclarea* L., faisait également à cette époque l'objet de mes recherches. Depuis j'ai continué à en poursuivre l'étude et puis apporter quelques données complémentaires :

	C pour 100.	H pour 100.	O pour 100.
Analyse (moyenne de 5 combustions)	76,54	11,51	11,95

La grandeur moléculaire, déterminée par cryoscopie dans le benzène, l'acide acétique et le camphre, est respectivement de 250, 265 et 264, les deux premiers nombres étant les valeurs à l'origine et le troisième la moyenne de quatre déterminations. L'emploi du benzène semble impropre car si l'on ne construit pas la courbe fonction des abaissements du point de congélation de ce corps et des poids moléculaires, on trouve des résultats allant de 498 à 583, relatifs sans doute à une association moléculaire voisine d'un dimère.

Sur ces données la formule du sclaréol pourrait être $C^{17}H^{30}O^2$ (P.M. : 266; C pour 100 : 76,7; H pour 100 : 11,3), différente de celle donnée par les auteurs précités : $C^{34}H^{63}O^3$ (P. M. : 518; C pour 100 : 78,76; H pour 100 11,97). Ce corps entre en ébullition à 188°-189° sous 3^{mm} et à 218°-220° sous 19^{mm} pour donner par condensation un produit solide (état mésomorphe ?) très réfringent, qui se transforme lentement dès la température ordinaire et instantanément à partir de 45° en cristaux fondant à 104°-105°.

Le pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D du sodium et dans différents solvants est de

[1] Volmar et Jermstad, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 517.

$\alpha_D = -3^\circ,3$ (chloroforme), $\alpha_D^{20^\circ} = -14^\circ$ (acide acétique),
$\alpha_D^{18^\circ} = -6^\circ,25$ (alcool éthylique), $\alpha_D^{17^\circ} = -15^\circ$ (benzène),
$\alpha_D^{16^\circ} = -6^\circ,6$ (alcool méthylique), $\alpha_D^{16^\circ} = -15^\circ,6$ (tétrachlorure de carbone),
$\alpha_D^{19^\circ} = -12^\circ,1$ (acétone), $\alpha_D^{16^\circ} = -29^\circ,8$ (pyridine).

La dispersion rotatoire du sclaréol en solution à $1^g,61$ pour 100^{cm^3} de pyridine est de :

Longueur d'onde en mμ....	589.	579.	546.	436.
α^{21°..................	$-29^\circ,9$	$-32^\circ,4$	$-39^\circ,55$	$-76^\circ,30$

Le sclaréol ne se saponifie ni par la potasse alcoolique, ni par la potasse en solution dans l'alcool benzylique à différentes concentrations. Chauffé au voisinage de son point de fusion, il perd 45 pour 100 de son poids en 72 heures. La recherche du groupe méthoxy est négative. L'acétylation est très pénible et ne donne que des valeurs aux environs de 50 pour 100 de la théorie pour un monoacétate. La benzoylation, en présence de pyridine, est faible et laborieuse. L'isocyanate de phényle à 150° donne du CO^2 et de la diphénylurée. Ces résultats confirmeraient la nature tertiaire d'un oxhydrile alcoolique. En outre, le sclaréol, comme le linalol, ne donne pas d'allophanate, soit par la méthode de M. A. Béhal ([1]), soit par celle de M. J. Leboucq ([2]).

En suivant la technique de L. Ekkert ([3]) une solution alcoolique de sclaréol donne une coloration violette (avec le saccharose et le furfural), rouge grenat (avec l'aldéhyde cinnamique, la vanilline et le pipéronal).

En solution sulfocarbonique et en présence de carbonate d'argent, le sclaréol fixe le brome et donne un dérivé cristallisé fusible à 122°-124° et renfermant 35,33 pour 100 de son poids de brome et deux autres corps : prismes et tablettes hexagonales (P. F. 134°-135° et 140°-143°).

La dispersion rotatoire du dérivé bromé (P. F. 134°-135°) en solution à $2^g,1$ pour 100^{cm^3} de pyridine est de :

Longueur d'onde en mμ.......	589.	579.	546.	436.
$\alpha^{17^\circ,5}$....................	$+12^\circ,4$	$+12^\circ,9$	$+14^\circ,8$	$+26^\circ,7$

En solution alcoolique diluée et en présence de palladium colloïdal, selon le procédé de Skita et Meyer ([4]), le sclaréol s'hydrogène et se transforme

([1]) A. Béhal, *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 25, 1919, p. 473.
([2]) J. Leboucq, *Thèse Doct. Univ. Pharmacie*, Paris, 1930, p. 11.
([3]) L. Ekkert, *Pharm. Zentralhalle*, 69, 1928, p. 276.
([4]) Skita et Meyer, *Ber. D. Ch. G.*, 45, 1912, p. 3579.

avec un rendement de 98 pour 100 en un dérivé cristallin (P. F. 114°-115°) dont le poids moléculaire déterminé par cryoscopie dans le camphre par la méthode de Rast, modifiée par H. Carlsohn ([1]) est de 270. Ce corps s'acétyle aussi très difficilement.

La dispersion rotatoire de ce dérivé d'hydrogénation, en solution à $1^g,62$ pour 100^{cm^3} de pyridine est de :

Longueur d'onde en mμ...	589.	579.	546.	436.
$\alpha^{20°,5}$..................	$-10°,1$	$-10°,2$	$-11°$	$-20°,8$

Son pouvoir rotatoire spécifique dans le benzène est $\alpha_D^{23°} = -8°,6$.

L'oxydation permenganique du sclaréol en solution acétonique conduit, entre autres corps, à l'acide sclaréolique déjà décrit, donnant un sel d'argent fondant à 152°-154° et renfermant Ag pour 100 : 24,52; 24,81. Cet acide chauffé et n'ayant jamais été mis au contact du benzène, perd de son poids, mais ne libère pas de CO^2 ce qui élimine l'hypothèse d'un acide de la série malonique ([2]).

L'oxydation chromique donne un corps non acide, précédemment signalé (P. F. 124°-125°) dont l'analyse est : C pour 100, 76,35; H pour 100, 10,27.

Enfin, le sclaréol en solution alcoolique à $0^g,60$ pour 100^{cm^3} d'alcool éthylique à 95°, optiquement pur, ne présente, même sous l'épaisseur de 4^{cm}, aucune absorption dans l'ultraviolet, contrairement aux solutions de l'ergostérol à des concentrations beaucoup plus faibles. Cette comparaison a été faite en suivant la technique de M. A. Andant ([3]).

GÉOLOGIE. — *Sur quelques faits nouveaux ou peu connus de la géologie du Briançonnais méridional (Massif d'Escreins, Hautes-Alpes).* Note ([4]) de M. **Fernand Blanchet**.

J'ai défini d'une façon très sommaire dans une précédente Note ([5]) les principaux caractères stratigraphiques de la région qui constitue la partie NE de la feuille de Gap au $\frac{1}{80\,000}$.

([1]) H. Carlsohn, *Ber. D. Ch. G.*, 60, 1927, p. 473.

([2]) A. Jermstad, *Thèse Doct. Univ. Pharmacie*, Strasbourg, 1927, p. 91.

([3]) A. Andant, *Revue d'Optique*, 9, 1930, p. 316.

([4]) Séance du 3 novembre 1930.

([5]) F. Blanchet, *Aperçu tectonique et stratigraphique sur le Massif d'Escreins* (Hautes-Alpes) (*Bull. Carte géol. Fr., C. R. Collab. pour la campagne* 1922, n° 151, 27, 1922-1923, p. 167-168).

Quelques faits nouveaux résultant de mes dernières campagnes d'été peuvent être résumés comme suit :

1° Découverte, sur la route de Guillestre à la Maison du Roi, d'une assise de schistes rouges de $0^m,80$ d'épaisseur marquant en ce point la limite du Permien à faciès « Verrucano » et des quartzites du Trias inférieur.

2° Le Lias fait complètement défaut dans toute la partie comprise entre le torrent de Chagne, la Durance, le Guil, le Cristillan et l'Ubaye (emplacement de la « Cordillère briançonnaise »). Le Trias s'y termine en effet d'une façon générale par des calcaires dolomitiques gris à patine cendrée que l'on peut aisément reconnaître de loin et très précieux pour préciser la tectonique de la région; ces calcaires sont presque partout (au moins dans l'écaille supérieure) surmontés par une brèche dolomitique formée de dolomie grise et jaune et très différente par ses caractères de la « Brèche du Télégraphe » qui, en Maurienne, est incontestablement liasique. Il convient de rattacher cette brèche au Jurassique moyen qui lui fait généralement suite.

3° Partout où il existe, le Bathonien est plus ou moins fossilifère; mais les traces d'organismes paraissent localisées dans la moitié inférieure de cette formation, dont l'ensemble peut atteindre une épaisseur de 50 mètres. Nulle part, dans les assises supérieures représentées par des bancs calcaires de $0^m,30$ à $0^m,50$, alternant avec des schistes noirs, je n'ai rencontré d'organismes : mais le grand développement de cet ensemble et les analogies frappantes qu'il présente avec celui décrit par Mme Gubler-Wahl dans la nappe de l'Ubaye, m'incite, malgré l'absence de fossiles, à rattacher au Callovien ces assises supérieures.

4° Le Jurassique supérieur présente dans toute la région son faciès classique amygdalaire de « marbre de Guillestre » à la base et de calcaires roses ou blancs très fins à *Calpionella Alpina* Lorenz à sa partie supérieure.

Dans la Haute-Ubaye, j'ai rencontré au sein de cette formation, près du sentier qui conduit de Combe-Brémond (Maurin) au Col Tronchet, et à une altitude de 2100^m environ, une assise de $0^m,30$ à $0^m,50$ de jaspes rouge vif *associés à des sels de manganèse*. Je n'y ai pas observé de traces de Radiolaires, mais ce fait est néanmoins à rapprocher de la découverte de radiolarites typiques faite par M. Schneegans [1] dans le Jurassique supérieur de la région briançonnaise.

---

[1] D. SCHNEEGANS, *Sur la présence de radiolarites dans la nappe du Briançonnais* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 129).

5° La feuille Gap de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$ figure, dans la région qui nous occupe, de nombreuses bandes de Lias, sous son faciès classique de « Brèche du Télégraphe ». J'ai démontré en 1922 que cette formation, intercalée à la base des « marbres en plaquettes » et que j'ai alors désignée sous le nom de « Brèche de la Madeleine » est nettement post-jurassique, puisqu'elle renferme des fragments de calcaire rose du Jurassique supérieur. M. Moret et moi lui avons par la suite assigné un âge crétacé supérieur.

Il est intéressant de retrouver, parmi les éléments de cette brèche, de nombreux fragments de jaspe rouge identique à celui qui, à Maurin, accompagne le Jurassique supérieur (fait également signalé dans le Massif des Cerces par MM. Raguin et Schneegans).

6° Enfin, j'ai découvert au voisinage du Col des Houerts, au pied de la falaise de Flysch qui supporte le Lac Bleu, une *microbrèche transgressive sur des « Marbres en Plaquettes » et renfermant de très nombreuses Nummulites* de petite taille dont la détermination spécifique reste à faire. En lame mince on y observe en outre des fragments de réseaux d'*Orthophragmines*, des débris de *Bryozoaires* et d'*Echinodermes*, des traces de couches prismatiques de *Mollusques* et de très nombreux restes de *Lithothamnium*. Je n'y ai pas encore observé de grandes Nummulites quoiqu'il s'agisse là, très vraisemblablement, de *dépôts lutétiens* analogues à ceux décrits par Mme Gubler-Wahl dans la zone de l'Embrunais.

A ma connaissance, des faits semblables n'ont pas encore été signalés dans la zone du Briançonnais proprement dite; et c'est le point le plus interne des Alpes Françaises où aient été rencontrées des Nummulites.

J'ai d'ailleurs retrouvé, dans les éboulis du vallon des Sellettes et du ravin du Pont près de Sérenne, des fragments d'une brèche identique et fossilifère, sans pouvoir indiquer d'une façon précise, en ces deux points, l'emplacement de la roche en place que des difficultés d'accès ne m'ont pas permis d'observer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation du propylène en carbures liquides.* Note de MM. **A. Mailhe** et **Renaudie**, présentée par M. C. Matignon.

Dans une Note précédente ([1]), nous avons indiqué que l'éthylène se transforme en carbures liquides et solides, en présence de silicagel, à une

([1]) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 265.

température voisine de 700°, et qu'un dépôt de charbon se formait dans le tube à catalyse. Nous avions pensé que ce charbon devait provenir de l'action du fer de la canne pyrométrique engagée dans le silicagel. En la supprimant, nous avons fait disparaître le dépôt de carbone et le catalyseur, s'il a un peu noirci, a conservé son activité. Nous avons pu obtenir ainsi des rendements importants en produits liquides, allant jusqu'à 52 pour 100 en poids, par rapport à l'éthylène disparu, rendement pouvant encore être amélioré.

Avec 30^{g} de silicagel, nous avons pu préparer 180^{g} d'essence retirée du lavage des gaz et 55^{g} de goudron condensé à la sortie du tube à catalyse. Il a été possible de déterminer ainsi, d'une manière plus complète, les corps formés. A côté des carbures éthyléniques, la benzine constitue le produit dominant, puis vient le toluène. La proportion des hydrocarbures forméniques est très faible.

Dans nos expériences primitives, leur formation avait eu lieu par suite d'une fixation d'hydrogène sur une fraction des carbures éthyléniques; les gaz en renfermaient 50 pour 100, tandis que le gaz de nos nouveaux essais n'en contient que 8 à 12 pour 100.

Le goudron recueilli a fourni une forte proportion d'essence, de la naphtaline, une huile moyenne de $D_{16} = 1,058$, et une huile lourde d'où l'on a isolé des cristaux jaunes fluorescents, fondant à 210°, constitués par de l'anthracène. La ponce agit aussi sur l'éthylène pour le condenser, mais d'une manière bien moins puissante, et nous n'avons obtenu que des traces de goudron et une faible proportion d'essence.

Nous avons essayé de transformer le *propylène* en carbures liquides au contact de silicagel chauffé à 650° dans un tube de quartz de 60^{cm} de longueur.

Le mode opératoire est identique à celui que nous avons décrit. On recueille, à la sortie du tube de quartz, un goudron noir très fluide et le charbon activé, traversé par les gaz, a abandonné une forte proportion d'essence ressemblant par sa couleur et son odeur à celle qu'a fourni la condensation de l'éthylène. Les rendements en carbures liquides sont ici très importants.

La rectification de 70$^{cm^3}$ d'essence a fourni les fractions suivantes :

Températures.	Volumes.	D_{14}.	n_D^{18}.	Iode.
30°-50°	6 cm³	0,7256	1,4262	252
50-65	7	0,7665	1,4420	223
65-75	10	0,8156	1,4654	161
75-80	7	0,8450	1,4795	107
80-85	15	0,8626	1,4892	64
85-90	6	0,8700	1,4939	50,5
90-100	7	0,8715	1,4940	45,7

Il reste, dans le ballon, un résidu de 6cm³.

De la même manière, 60cm³ de goudron, soumis à la rectification, ont fourni les fractions suivantes :

Températures.	Volumes.	D_{14}.	n_D^{18}.	Iode.
55°-100°	9 cm³	0,8570	1,4880	80,3
100-110	7	0,8705	1,4950	88,6
110-125	7	0,8753	1,4996	61,2
125-150	6	0,8872	1,5104	88,5
150-200	8	0,9481	1,5382	141
200-300	10	1,0025	–	94,5

De 300° à 340°, on recueille 3cm³ d'un liquide brun, ayant un indice d'iode de 71,6. Il reste 6g d'un résidu noir qui est constitué par un brai gras très mou.

Si l'on examine ces différentes constantes, nous trouvons que ces fractions renferment toutes des carbures non saturés. La première et la seconde en sont formées à peu près exclusivement. Des traces de carbures aromatiques les alourdissent et augmentent leur indice de réfraction.

Les cinq fractions suivantes fournissent, par nitration, de la nitrobenzine. Elles sont constituées en majeure partie par de la benzine, mélangée à une petite proportion d'oléfines. On n'y rencontre pas des hydrocarbures saturés en quantité appréciable.

La fraction du goudron distillant de 100 à 110°, nitrée par le mélange, sulfonitrique, fournit une huile qui cristallise partiellement. Les cristaux fondent à 71°; c'est du 2.4-dinitrotoluène. De même, la nitration de la fraction distillant entre 125-150° fournit des cristaux de trinitrométaxylène fondant à 178°. On identifie ainsi la benzine, le toluène et le métaxylène.

Les portions 200°-300° et 300°-340°, à caractère aromatique, sont des huiles d'odeur agréable qui n'abandonnent que quelques cristaux de naphta-

line et d'anthracène, qui se sont formés à un moment où la température de notre four était montée à 700°-720° pendant quelques minutes.

On voit que le propylène peut, dès la température de 650°, fournir une proportion très importante d'hydrocarbures liquides, constitués par un mélange de non saturés et d'aromatiques, parmi lesquels la benzine et le toluène sont les produits dominants. N'ayant atteint — qu'accidentellement — la température des réactions pyrogénées, les hydrocarbures solides ne se sont pas formés. Ce sont surtout des carbures légers allant jusqu'à 200°, qui se forment dans cette réaction. Ils constituent une essence antidétonante.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Une méthode de préparation des carbures acétyléniques substitués.* Note de M. **René Truchet**, présentée par M. Matignon.

Alors que les méthodes de préparation des carbures acétyléniques vrais se sont considérablement améliorées au cours de ces dernières années, les procédés pratiques pour obtenir les acétyléniques substitués à l'état pur sont très peu nombreux : la méthylation d'un acétylénique sodé au moyen du sulfate diméthylique est une des rares méthodes permettant d'obtenir les acétyléniques avec de bons rendements.

Les éthers méthyliques des acides benzène et *p*-toluène sulfoniques pouvant remplacer le sulfate diméthylique dans la plupart de ses applications, il était intéressant de rechercher si l'utilisation de ces éthers donnait, dans cette méthylation, de bons rendements. L'expérience ayant été affirmative, une généralisation de la réaction s'imposait en utilisant, non plus les éthers méthyliques, mais les éthers éthyliques, propyliques, etc., de manière à obtenir des acétyléniques dans lesquels la triple liaison serait en γ, δ, etc., c'est-à-dire occuperait une place quelconque à l'intérieur de la molécule.

Mes premiers essais ont porté sur l'heptine et sur l'octine sodés, d'une part, et, d'autre part, sur les éthers éthyliques et butyliques. Dans tous les cas la réaction principale peut se formuler :

$$R - C \equiv C - Na + C^6H^5 - SO^3R' = R - C \equiv C - R' + C^6H^5SO^3Na.$$

Cette réaction ne se produit que lentement à la température ordinaire, mais elle est pratiquement complète en 3 heures à 80°. Pour isoler le carbure formé, on détruit par l'eau, on extrait à l'éther, on lave l'extrait

éthéré à plusieurs reprises à l'eau et aux acides, et on le sèche en le laissant une nuit sur le chlorure de calcium fondu. Après avoir chassé l'éther, on distille sous pression réduite (100 à 150^{mm}) et l'on rectifie dans l'air. Les rendements varient de 45 à 60 pour 100.

J'ai ainsi obtenu les carbures suivants, qui étaient inconnus :

Nonine γ. — Par l'action du *p*-toluène sulfonate d'éthyle sur l'heptine sodé. R^t 45 pour 100; Eb. 155-157°; $D_{20}=0,763$; $n_{20}=1,429$. R. M., calculé 41,77; trouvé 41,9.

Analyse : Corps 0,186; H^2O 0,220; CO^2 0,598. H pour 100 calculé 12,9; trouvé 13,1. C pour 100, calculé 87,1; trouvé 87,0.

Décine γ. — Par l'action du benzène-sulfonate d'éthyle sur l'octine sodé. R^t 47 pour 100, Eb. 175-176°; $D_{21}=0,765$; $n_{21}=1,433$. R. M., calculé 46,4; trouvé 46,6.

Analyse : Corps 0,230; H^2O 0,274; CO^2 0,727. H pour 100; calculé 13,0; trouvé 13,2. C pour 100, calculé 86,0; trouvé 86,2.

Undécine ε. — Par l'action du benzène-sulfonate de butyle sur l'heptine sodé. R^t 60 pour 100. Eb. 195-196°; $D_{20}=0,785$; $n_{20}=1,437$. R. M., calculé 51,1; trouvé 52,0.

Analyse : Corps 0,215; H^2O 0,254; CO^2 0,676. H pour 100, calculé 13,15; trouvé 13,1. C pour 100, calculé 86,85; trouvé 86,9

A côté de la réaction principale, il s'en produit deux autres dont l'importance dépend de la pureté des matières premières :

1° Les éthers sulfoniques $CH^3C^6H^4SO^3R'$ et $C^6H^5SO^3R'$ subissent à chaud une décomposition qui donne naissance à un peu d'éther-oxyde $R'—O—R'$. De plus, sous l'influence de la vapeur d'eau atmosphérique le dérivé sodé donne de la soude qui met l'alcool R'CH en liberté par saponification. Cet alcool est retenu facilement par l'excès de chlorure de calcium qui sert à la dessiccation, mais l'éther-oxyde se retrouve à la distillation.

2° Il est difficile d'obtenir les éthers sulfoniques absolument exempts des chlorures d'acide qui ont servi à les préparer. Or, les sulfochlorures réagissent dès la température ordinaire sur les dérivés sodés pour donner des carbures acétyléniques-1-chlorés [1], dont le point d'ébullition est compris entre les points d'ébullition du carbure vrai initial et du carbure substitué final.

La rectification est donc assez difficile lorsque les matières premières ne sont pas pures, mais si l'on opère à l'abri de l'humidité avec des éthers exempts de chlore, une seule rectification suffit pour donner des corps ayant des constantes correctes.

La méthode est donc d'un emploi facile, mais son intérêt ne se limite pas à la synthèse des seuls carbures acétyléniques substitués. En effet, il est

---

[1] BOURGUEL et TRUCHET, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 753.

possible de préparer des éthers sulfoniques à partir d'alcools à fonctions multiples, et ces éthers réagissent de la même manière que les éthers déjà cités.

C'est ainsi que, en utilisant le benzène sulfonate d'allyle et l'heptine sodé, j'ai pu obtenir un carbure à la fois acétylénique et éthylénique : l'amylallylacétylène $C^5H^{11}-C\equiv C-CH^2-CH=CH^2$; ébul$_{12}$: 74°,5-75°,5; $d_{20}=0,788$; $n_{20}=1,445$; R. M. calculé 46; trouvé 46,2.

Analyse : corps 0,182; $H^2O=0,191$; $CH^2=0,588$, H pour 100, calculé 11,76; trouvé 11,7; C pour 100 : calculé 88,24; trouvé 88,5.

L'utilisation des éthers sulfoniques permet de réaliser la synthèse de corps multiples que l'on ne pouvait songer à préparer par les méthodes habituelles et dont l'étude pourra donner des renseignements intéressants sur l'influence des liaisons multiples.

GÉOLOGIE. — *Découverte du Sénonien sur les falaises de la Seine entre Gonfreville-l'Orcher et Bacqueville, à l'est de Tancarville (S.-I.).* Note de M. **C.-P. Nicolesco**, présentée par M. H. Douvillé.

Le Sénonien du Pays de Caux a été étudié par de nombreux observateurs et en particulier par E. Hébert, A. de Lapparent et MM. A. Bigot, G.-F. Dollfus, R. Fortin, A. de Grossouvre, J. Lambert et P. Lemoine. La plupart de leurs travaux sont classiques et tous contribuent à faire connaître le rôle de la Craie blanche dans la Géologie et l'économie de ce pays.

L'exploration de la région d'Harfleur à Lillebonne m'a permis de découvrir des affleurements qui ne sont pas portés sur la première édition de la Carte Géologique (feuille d'*Yvetot*) et qui n'ont pas encore été signalés; ils s'échelonnent sur près de 10^{km} entre les vallons de Gonfreville-l'Orcher et de Bacqueville.

Dans ces régions, le Sénonien n'était connu qu'en haut du ravin de Rogerville et les vallées de Saint-Aubin-Routot, d'Oudalle et de Sandouville, très en retrait sur les falaises et montant loin à l'intérieur des terres. Des géologues normands l'ont rencontré : « à Orcher » (1), ou « vers

(1) *Exposition géologique et paléontologique du Havre en* 1877 (*Bull. Soc. Géol. Normandie*, 6, Le Havre, 1880, p. 414).

Orcher » (1) et à mi-chemin entre Sandouville et Mortemer (2). Plus à l'Est, sa présence a été reconnue depuis Saint-Jacques du Val Hulin jusqu'au delà de Lillebonne, et l'épaisseur de ses couches atteint, d'après la Notice explicative de la feuille d'Yvetot, une centaine de mètres au-dessus de Tancarville.

Cette considérable épaisseur locale donnait à penser que la Craie blanche pouvait exister aussi sur les falaises depuis Bacqueville jusqu'à Harfleur, malgré les conditions tectoniques locales et principalement le soulèvement des strates au-dessus de la Seine, surtout à l'approche et au SO du Château d'Orcher.

En 1929, j'ai visité ces régions, les coups de mines de l'exploitation de la Société Schneider et Cᵒ, tirant des falaises du Vachat le moellon nécessaire au remplissage des quais en construction dans le port du Havre, m'ont obligé à remettre à plus tard l'étude de ce problème. L'examen de tranchées et carrières nouvelles du Sénonien sur la droite de la route du Château de Tancarville à Saint-Nicolas-de la Taille, puis la découverte de silex gris zonés et de concrétions creuses à *Bryozoaires*, mêlés parfois à des débris de craie sénonienne, dans les produits tirés des cailloutières à droite des routes d'Estrangle à Saint-Vigor d'Ymonville et de Rogerville à Oudalle, ainsi que ceux descendus par un plan incliné de fortune de la cailloutière située sur un gradin de la falaise de Mortemer, faisaient espérer la solution du problème.

L'été dernier j'ai visité à nouveau ces régions; la marche ralentie de l'exploitation Schneider m'a permis d'explorer sa carrière ainsi que le vallon du Vachat et de découvrir le Sénonien inférieur-moyen en place dans une ouverture souterraine abandonnée à mi-hauteur sur le versant ouest du vallon. C'est une craie tendre et traçante ou noduleuse et dure, contenant, outre des silex blonds et à patine rosée, *Micr. decipiens*, *Rhynch. Cuvieri*, *Terebr. semiglobosa*, *Ostrea lateralis* et des *Bryozoaires*, comme celle de la valleuse du Phare d'Antifer et des falaises SO d'Étretat. Son passage au Turonien, visible sur le front de taille de la carrière Schneider, est ici caché par la végétation.

Six kilomètres à l'Est de là, j'ai découvert la zone à *Micr. Normaniæ*, Sénonien inférieur, à l'entrée et sur le versant occidental du ravin de Bac-

---

(1) G. Lionnet, *Excursions à Tancarville, Lillebonne, Bolbec, Mirville, Fécamp* (*Bull. Soc. Géol. Normandie*, 9, Le Havre, 1882, p. 66).

(2) E. Savalle et F. Prudhomme, *Sur un affleurement de craie sénonienne* (*Bull. Soc. Géol. Normandie*, 7, Le Havre, 1880, p. 58).

queville. Ce sont des calcaires blanc jaunâtre, homogènes, durs, cristallins, en bancs ou en nodules compacts entourés de parties sans consistance, pulvérulentes même, à silex blonds et patine rosée, peu fossilifères, comparables à ceux affleurant entre les deux eaux d'Étretat à Yport. Ils forment saillie ou corniche, mieux visibles sur les parois ou l'entablement des falaises jusqu'au Vieux Phare du Hode. Au delà, on ne peut plus suivre leur trace, les falaises de l'Estrangle sont entamées par l'érosion, couchées et couvertes d'une végétation épaisse, installée sur le Cénomanien et le Turonien, qui gêne l'observation. Le Sénonien moyen ne semble pas affleurer dans ce ravin; vu l'épaisseur des couches, il doit former le soubassement du plateau portant le point de repère 113. En haut du ravin, dans la sente et les jardins des premières maisons, il y a bien des silex creux à *Bryozoaires*; mais sur le plateau on ne voit aucune marnière pour contrôler cette hypothèse. En montant la sente occidentale de ce ravin, on rencontre, depuis le bas et jusqu'en haut du tiers inférieur de la falaise, le Cénomanien typique, chargé de glauconie et par place de *Neithea quinquecostata*, gros *Chlamys asper*, etc.; puis le Turonien, craie marneuse pauvre en silex et épaisse de quelques mètres seulement. Mais pas plus dans cette sente que dans la sente latérale qui la quitte, au-dessus de la cailloutière abandonnée au creux du ravin, et conduit aux corniches calcaires, on ne peut toucher de la main les assises turoniennes, sous les couches du niveau à *Micr. Normaniæ*.

Bien plus à l'Ouest, le Sénonien affleure aussi dans la vallée de Gonfreville-l'Orcher, au Nord et à l'entrée du vallon oriental. Ce sont des corniches de craie noduleuse, à silex blonds et *Bryozoaires*, dominant de 40^{m} environ la maison d'habitation.

De ces découvertes, il résulte :

1° Que le Sénonien de Bacqueville au Vieux Phare du Hode montre des calcaires à faciès cristallin qui sont à ajouter à ceux connus jusqu'à ce jour sur la feuille entre Étretat et Yport;

2° Que ces calcaires appartiennent au même horizon que ceux exploités à Tancarville pour l'endiguement de la Basse-Seine; mais ils se trouvent à des niveaux altimétriques différents, conformément à la tectonique générale de la région;

3° Que le Turonien de Gonfreville-l'Orcher et de Bacqueville semble être moins puissant qu'à Tancarville;

4° Que les plateaux de Gaineville, du Vachat et de Saint-Vigor d'Ymonville doivent contenir de la craie à *Bryozoaires*, si recherchée pour l'amendement des terres.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Méthode nouvelle pour le dosage optique de l'ozone atmosphérique.* Note de M. **André Ikb Duninowski**, présentée par M. Ch. Fabry.

Les dosages optiques de l'ozone atmosphérique utilisaient jusqu'ici les bandes d'absorption ultraviolettes de l'ozone (Fabry et Buisson; Dobson; Götz; Cabannes et Dufay). Cependant MM. Cabannes et Dufay, en étudiant les observations faites au mont Wilson (1) sur l'absorption atmosphérique dans la région *visible* du spectre solaire, ont constaté qu'elles leur donnaient l'épaisseur de la couche d'ozone : si l'on suit, en fonction de la longueur d'onde, la densité optique de l'atmosphère, on retrouve l'absorption sélective de l'ozone au voisinage de 6000 Å et l'on peut évaluer ainsi, au moins approximativement, l'épaisseur de la couche absorbante.

C'est cette méthode plus commode et plus rapide que l'étude photographique des bandes ultraviolettes, que j'ai cherché à mettre au point.

J'ai réalisé pour cela un spectroscope à prisme, sur monture équatoriale, dont l'élément essentiel est un thermoélément linéaire placé dans le vide (2) sur lequel un objectif de microscope projette avec une grande intensité une région cependant très étroite du spectre (par exemple l'ensemble des raies D). Un mouvement d'horlogerie fait défiler le spectre devant l'élément linéaire.

A l'aide d'un galvanomètre Moll (sensible à 10^{-9} amp.) et d'un enregistrement photographique, on fixe sur papier sensible la courbe de répartition de l'énergie d'une bonne partie du spectre visible et d'une fraction de l'infrarouge (de $\lambda = 4.860$ Å à $\lambda = 12.000$ Å environ). L'appareil est du même type que celui qu'utilise M. Gorczynski (3) pour l'étude du spectre infrarouge.

Au mont Wilson, le récepteur du spectroscope était un bolomètre.

Quelques enregistrements successifs, effectués de préférence lorsque le Soleil est bas sur l'horizon, permettent de déterminer la densité optique de l'atmosphère pour chaque radiation; il suffit généralement d'une série de

(1) *Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution*, 3, 1913, *passim*.

(2) Thermoélément de Kipp et Zonen, Delft.

(3) Dr Gorczynski, *Sur les instruments solarimétriques et spectropyrhéliométriques pour les mesures totales, normales et partielles du rayonnement solaire* (*Annales du Service botanique de Tunisie*, 5, 1928, II, p. 1).

8 à 10 enregistrements, de 4 minutes environ chacun. Cependant, par temps partiellement couvert ou légèrement brumeux, il est préférable, pour la sécurité des résultats, d'élever le nombre des enregistrements à 15 environ.

Le dépouillement des courbes de répartition de l'énergie dans le spectre solaire est assez facile à faire, étant données les nombreuses lignes de Fraunhofer que l'on y retrouve aisément. On compare, pour une longueur d'onde donnée, les diverses valeurs I de l'intensité du rayonnement transmis à la surface terrestre, suivant la masse d'air traversée m, et l'on détermine ainsi la densité atmosphérique Δ pour chaque longueur d'onde d'après la relation

$$\operatorname{colog} I = \operatorname{colog} I_0 + m\Delta;$$

C'est la méthode de Bouguer-Langley utilisée pour la première fois par MM. Fabry et Buisson dans le dosage optique de l'ozone.

En construisant la droite colog $I = f(m)$ et en prenant son coefficient angulaire on obtient la densité cherchée. Une série de déterminations analogues pour une quinzaine de radiations permettent de tracer la courbe $\Delta = f(\lambda^{-4})$. On prend par exemple deux radiations de part et d'autre de la bande d'absorption A; deux autres entre les lignes B et C dans le rouge; quatre à cinq dans la région des bandes de Chappuis vers 6000 Å, et enfin quelques autres encore entre les lignes E et F ou même plus loin vers G. MM. Cabannes et Dufay (1) ont montré comment on pouvait en déduire l'épaisseur de la couche d'ozone.

Cependant, pour obtenir des résultats utilisables, à partir des observations du mont Wilson, on était obligé de prendre des moyennes mensuelles; les déterminations journalières n'étaient pas suffisamment précises. Au contraire avec l'appareil signalé dans cette Note j'ai pu doser *journellement* l'ozone à Montpellier d'août à décembre 1929.

Les épaisseurs trouvées sont les suivantes :

	cm		cm
6 août	$e = 0,31$	27 novembre (soir)	$e = 0,22$
14 »	$e = 0,36$	2 décembre	$e = 0,29$
14 septembre	$e = 0,30$	6 »	$e = 0,24$
16 octobre	$e = 0,29$	8 » (matin)	$e = 0,25$
24 » (matin)	$e = 0,23$	8 » (soir)	$e = 0,27$
24 » (soir)	$e = 0,20$	9 »	$e = 0,26$
28 »	$e = 0,20$	13 »	$e = 0,31$
24 novembre	$e = 0,23$	15 »	$e = 0,30$
27 » (matin)	$e = 0,20$	16 »	$e = 0,24$

(1) Cabannes et Dufay, *Journal de Physique*, 7, 1926, p. 257.

Les changements de l'état atmosphérique durant une série de mesures constituent la principale cause d'erreur.

A côté de ces difficultés d'ordre atmosphérique, les erreurs dues aux appareils eux-mêmes et aux procédés graphiques d'évaluation de l'épaisseur sont très petites.

En tout cas ma méthode permet, semble-t-il, de connaître assez rapidement l'épaisseur de la couche d'ozone à $0^{mm},2$ près (compté sous la pression atmosphérique).

Après avoir interrompu pendant quelques mois les mesures, je suis en train de les poursuivre d'une façon continue à la Faculté des Sciences à Montpellier.

BOTANIQUE. — *Croissance du* Lepidium sativum *cultivé à des latitudes différentes en* 1930. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Molliard.

Pour donner rapidement une idée des principaux résultats des cultures du *Lepidium sativum* et de sa variété précoce en 1930, je les présente dans une photographie et dans des courbes de croissance.

La photographie est double et montre, au 20 mai et au 9 juillet, deux états successifs d'un même groupe de 18 cultures faites à Rennes en 4e, en 9e génération en plein air après la vie sous châssis (4e G, 9e G), et toujours en plein air (∞), issues de graines mûries en 1929 et ayant eu 3 générations à Alger, à Marseille, à Rothamsted pour comparer à celles de Rennes. Ces cultures sont disposées de la manière suivante, en allant de gauche à droite et en les numérotant de 1 à 18.

Culture de 4e G, de 9e G et de ∞ provenant :

Des graines d'Alger, nos 2, 3 et 4;

Des graines de Marseille, nos 6, 7 et 8;

Des graines de Rennes, nos 9, 10 et 11;

Des graines de Rothamsted, nos 13, 14 et 15.

Les nos 1, 12, 16, 17 et 18 servent pour des contrôles, et le no 5, toujours de plein air (∞), provient de graincs mûries à Palo Alto (Californie) en 1929, après 2 générations à Alger en 1927 et 1928.

Remarquons : que les $n^{\text{ièmes}}$ générations en plein air après la vie sous châssis, de même que les plantes toujours de plein air forment des massifs homogènes; que les premières sont partout précoces sur les secondes, mais qu'au no 5 (∞), nous avons des plantes précoces sur les autres plantes tou-

jours de plein air (∞), bien qu'encore en retard sur les premières; enfin, que la règle du rendement final plus faible dans les plantes précoces est observé partout, excepté dans ce n° 5 qui se place comme un intermédiaire entre les plantes de $n^{\text{ième}}$ G en plein air après la vie sous châssis et les plantes toujours de plein air.

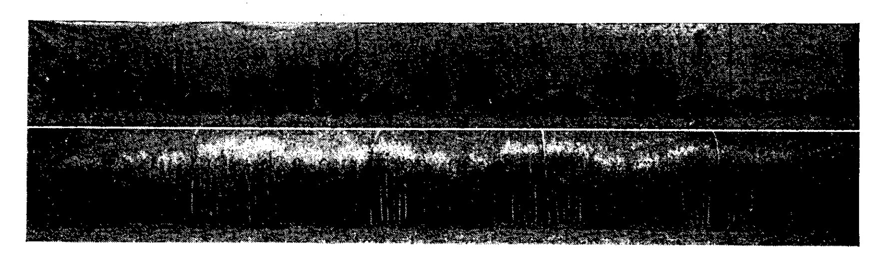


Fig. 1.

Les courbes de croissance ont été construites à la même échelle avec les mesures des tailles successives prises à Rennes, à Rothamsted et à Palo Alto, où les semis ont été faits le 1er mars; on a pris ces mesures pour ordonnées et, pour abscisses, les âges des plantes comptés en jours à partir du 38e jour après le semis. Pour ne pas compliquer le tableau, je n'ai représenté que la croissance des 9es G, trait interrompu, pour l'opposer à celle des ∞, trait continu excepté pour la culture n° 5 de Rennes que j'ai figurée en trait ponctué pour faire ressortir sa position intermédiaire et ses débuts de précocité. Pour le même motif, les courbes obtenues avec les cultures provenant des graines de Marseille ont été éliminées parce qu'elles restaient comparables à celles des autres stations. De même, encore, les courbes de Valence, bien que comparables aux autres, ne peuvent figurer ici parce que les semis n'ont pu y être faits que le 9 avril au lieu du 1er mars.

Ces courbes montrent toujours que la période végétative est plus courte à Palo Alto qu'à Rennes et plus courte à Rennes qu'à Rothamsted. Celles de Palo Alto et diverses observations rappellent ce qui a été constaté les années précédentes dans l'attitude des plantes cultivées le plus au Sud, dans ma série de cultures, et qui correspond à ce que M. Maire a consigné dans les notes qu'il m'a envoyées cette année et que je crois pouvoir citer : « Pour les semis faits en mars, les races précoces sont nettement mieux adaptées au climat et aux conditions générales du milieu d'Alger. » Il se dégage de ces cultures et de celles que j'ai faites en 1926 et 1927, à des doses différentes d'une même année, une notion d'optimum qu'il serait intéressant d'étudier avec précision.

De l'ensemble de ces faits, laissant de côté les variations de détail, je ne retiendrai, pour le moment, que deux choses :

1° L'hérédité du caractère précocité en plein air, après la vie sous châssis, se conserve jusqu'à la 9e génération au moins.

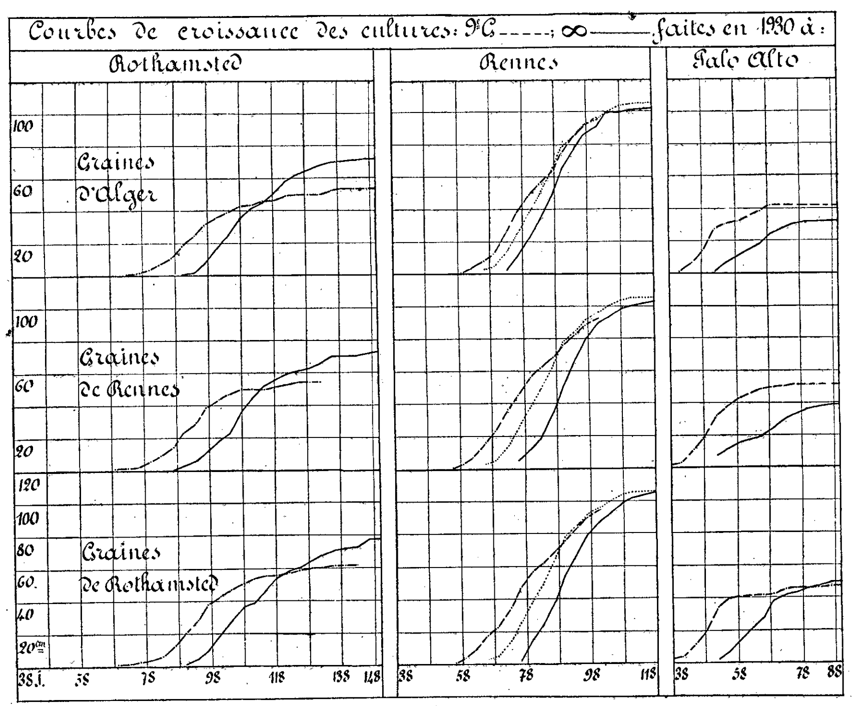


Fig. 2.

2° Les graines mûries sur des plantes toujours de plein air mais ayant 3 générations de vie dans le Midi (Alger-Palo Alto) donnent, en plein air, à Rennes, des plantes qui commencent à accuser la précocité sur celles qui ont toujours vécu à Rennes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Libération de l'iode des ioduques de* Bonnemaisonia asparagoides *sous l'action des rayons ultraviolets.* Note de M. **Robert Lami**, présentée par M. L. Mangin.

Les travaux de Sauvageau, de Kylin et de Chemin ont montré que les ioduques de rameaux frais de *Bonnemaisonia asparagoides* peuvent, sous l'action d'un choc brusque, de l'acidification du milieu ambiant ou du

chauffage à 50° C., émettre de l'iode, émission rendue visible par le bleuissement de l'empois d'amidon à l'eau de mer dans lequel les rameaux sont plongés.

Sauvageau estime que l'instantanéité de cette émission sous l'action du choc prouve que l'iode est, au moins en partie, sous forme libre dans l'ioduque.

Pour Chemin, cet iode serait sous la forme d'un composé labile décomposable par l'acidification artificielle du milieu ou celle résultant de la diffusion des sucs cellulaires acides mis en liberté par la mort des cellules.

Il nous a semblé intéressant d'étudier l'action des rayons ultraviolets sur les ioduques qui, *a priori*, nous semblaient devoir être absorbants pour ces radiations.

Dans l'impossibilité de nous procurer des *Bonnemaisonia* en place, nos essais ont porté sur des plantes recueillies en épave. La source d'ultraviolet étant une lampe Gallois type NL consommant 3 ampères sous 110 volts et située à 25^{cm} de la préparation à irradier.

Les rameaux de *Bonnemaisonia* furent disposés entre lame de quartz et lamelle de verre. L'irradiation s'effectuant au travers de la lame après retournement sur un support. L'observation étant faite au travers de la lamelle, ce qui permettait l'emploi d'un objectif fort.

Dans ces conditions, après une irradiation suffisante, on observe le bleuissement de l'empois sans qu'il y ait échauffement notable de la préparation; ce bleuissement était localisé par points peu diffus situés immédiatement au voisinage de chaque ioduque.

La durée d'irradiation minima nécessaire a varié, pour la lampe en fonctionnement stable et avec des plantes fraîchement récoltées, entre 1,5 minute et 5 minutes selon l'état de la plante; pour le plus grand nombre la durée étant de 2 minutes.

Avec des plantes conservées de plus en plus longtemps au laboratoire en cristallisoir, nous avons observé que, pour certaines plantes, la durée d'irradiation peut descendre à $0^{m},5$; pour d'autres plantes, on observe que le nombre d'ioduques bleuissants diminue, bien que la durée d'irradiation nécessaire ne varie que peu; puis, plus tard, quel que soit le temps d'irradiation, aucun bleuissement n'est observé. Dans ces cas un chauffage ultérieur à 50° C. n'amène pas le bleuissement des ioduques non bleuis et il semble bien que l'iode libre ou libérable soit passé dans une forme stable et que cette transformation ne soit pas simultanée pour tous les ioduques d'un même rameau.

Le bleuissement spontané, diffus et lent que l'on observe quelquefois dans des régions lésées, nous a paru légèrement accéléré par l'irradiation.

Deux explications nous semblent pouvoir être données de l'action positive de l'irradiation : En premier lieu, il est possible que les tissus de l'algue étant tués par l'irradiation, le contenu acide de leurs vacuoles diffuse et que cette acidification soit suffisante pour agir sur un composé iodé très labile contenu dans les ioduques et en libérer l'iode. Une action directe des radiations ultraviolettes sur la substance même de l'ioduque est également possible, principalement si l'iode qu'il contient est, au moins partiellement, à l'état libre, ionisé ou dissimulé.

Le fait que le bleuissement peut apparaître bien avant toute trace de nécrose visible, notamment de la diffusion de la phycoérythrine, est en faveur de la dernière hypothèse.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les rapports entre le* rH *intracellulaire et la sexualisation cytoplasmique des spores de Prèles.* Note de M. **Ph. Joyet-Lavergne**, présentée par M. L. Mangin.

Dans des publications antérieures [1] nous avons montré que pour chacune des trois espèces de Prèles : *Equisetum arvense*, *E. limosum* et *E. maximum*, il est possible de distinguer, parmi les spores, deux catégories; les spores A et les spores B et nous avons indiqué les raisons pour lesquelles on peut considérer les spores A comme des spores ♀, les types B étant des ♂. Schratz [2] a repris l'étude des caractères physico-chimiques des spores de l'espèce *Equisetum arvense* en utilisant les méthodes que nous avions décrites, plus spécialement l'action des colorants. Cet auteur a bien retrouvé les deux catégories de spores A et B, mais il pense que les différences de colorations constatées pourraient s'expliquer par une différence de perméabilité entre les spores.

On ne pourrait songer à une semblable interprétation des faits qu'en limitant volontairement l'étude à l'action des colorations directes, car les réactions obtenues, tant par la méthode des leucodérivés que par les réactifs oxydants ou réducteurs, ne permettent pas d'envisager l'interprétation

(1) Ph. Joyet-Lavergne, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 980 et 1555; **184**, 1927, p. 293. *Protoplasma*, 3, 1928. p. 357.

(2) E. Schratz, *Biolog. Centralbl.*, **48**, 1928, p. 617.

proposée par Schratz. Les trois méthodes utilisées dans nos recherches : 1° coloration directe; 2° action des leucodérivés; 3° action des oxydants et des réducteurs, concordent, en effet, d'une façon très nette, pour démontrer qu'il existe entre les spores A et les spores B une différence dans les pouvoirs d'oxydation-réduction.

Cette différence dans les pouvoirs d'oxydation-réduction exprime-t-elle véritablement une différence dans les potentiels d'oxydo-réduction ou rH intracellulaires? Une semblable question aurait peut-être pu se poser à l'époque où nous avons fait nos premières publications sur ce sujet, car nous avons préconisé pour la mesure du rH des méthodes et des réactifs nouveaux, différents de ceux de la méthode classique. Mais les méthodes et les réactifs que nous avons proposés ont été depuis reconnus parfaitement capables de servir à la mesure du rH et de nombreux auteurs : Aubel, Aubertin, Genevois, Lévy, Mauriac, Rapkine, Struyx, Wurmser, les ont utilisés à cet effet. La différence physico-chimique qui existe entre les spores A et les spores B est donc bien une différence de rH intracellulaire.

Cette différence de rH est-elle en rapport avec la sexualité? Les diverses réactions chimiques des spores de *E. arvense* concordent pour montrer que les *spores* A *sont plus nombreuses* que les spores B [1]. En comparant les qualités physico-chimiques de ces spores A et B avec ce que nous avions noté chez les Sporozoaires et les Phanérogames nous avions conclu que les spores A sont du sexe ♀ et les spores B, du sexe ♂. La vérification expérimentale de cette déduction consisterait à montrer que, dans les germinations naturelles des spores, le nombre des prothalles ♀, issus des spores A, est plus grand que celui des prothalles ♂, issus des spores B. Les recherches de Mäckel [2] nous apportent cette constatation. Cet auteur nous montre en effet que, dans la germination naturelle des spores de *E. arvense*, les prothalles qui se développent sont de deux types : les uns sont des types purement ♀, *ce sont les plus nombreux;* les autres, moins nombreux, sont, en réalité, potentiellement hermaphrodites. La première catégorie correspond évidemment aux spores A, les plus nombreuses, que nous avons déterminées chimiquement comme des spores ♀; quant à la deuxième catégorie, elle correspond aux spores B, les moins nombreuses, que nous avons appelées des spores ♂. Nous montrerons dans une autre publication que l'existence de spores à potentialité hermaphrodite ne modifie en rien les conclusions apportées par la notion de sexualisation cytoplasmique.

---

(1) *Loc. cit.*

(2) H. G. Mäckel, *Rep. nov. spec. reg. veg.*, 28, 1924, p. 1.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence des tanoïdes chez les fleurs.* Note de M. **St. Ionesco**, présentée par M. Costantin.

Dans une Note antérieure ([1]), nous avons signalé la présence, en grande abondance, des tanins chez les fleurs rouges de *Pelargonium*. Dès lors, nous avons suivi cette question en étendant nos études à d'autres espèces végétales. Maintenant, en possession de quelques résultats, nous les communiquons dans la présente Note.

Les plantes sur lesquelles ont porté nos expériences ont été nombreuses : arbres, arbustes, plantes herbacées; nous mentionnons seulement celles qui renferment des tanoïdes dans leurs fleurs. Parmi les arbres et arbustes étudiés nous citons : *Acer platanoïdes* var. *rubrum*, *Æsculus Hippocastanum*, *Liriodendron Tulipifera*, *Philadelphus coronarius*, *Pirus communis*, *Rhus cotinus*, *Rosa canina*, *Symphoricarpus racemosus*, *Syringa vulgaris* et parmi les espèces herbacées nous mentionnons les suivantes : *Fragaria vesca*, *Geum urbanum*, *Helianthemum glaucum*, *H. guttatum*, *H. lavandulifolium*, *Lysimachia nummularia*, *Pæonia romanica*, *Pelargonium zonale* var. *album*, *Potentilla argentea*, *P. reptans*.

Pour la mise en évidence de ces tanoïdes, nous avons employé une méthode qui nous a semblé très pratique et très expéditive, et qu'on peut appliquer, en général, à tous les organes renfermant de ces substances. Pour cela, on fait bouillir les organes en question avec de l'alcool à 96° ou avec de l'acétone, suivant le cas, jusqu'à leur complète décoloration. Par ce traitement, les organes deviennent cassants et friables; pour leur redonner leur souplesse, on les trempe dans l'eau distillée, et de cette façon on les rend susceptibles d'un maniement ultérieur. Les organes ainsi préparés sont introduits enfin dans divers réactifs des tanins : le sulfate ferreux, l'acétate de cuivre, l'acétate d'uranium, le perchlorure de fer, l'alun de fer, le bichromate de potassium, etc.

Ces réactifs donnent des colorations nettes et persistantes en produisant à l'intérieur des tissus des précipités abondants et stables. De cette manière, les organes renfermant des tanoïdes apparaissent colorés suivant la réaction fournie par le réactif employé : en bleu foncé ou en vert avec les sels de fer, en jaune brun avec l'acétate de cuivre, en brun foncé avec l'acétate d'uranium, le bichromate de potassium.

([1]) *C. R. Soc. Biol.*, 95, 1926, p. 129.

Pour mieux fixer les idées sur la façon dont on a opéré, prenons un exemple : les fleurs de *Rosa canina*. Les fleurs de cette espèce à pétales rosâtres sont bouillies dans l'alcool à 96° jusqu'à leur complète décoloration; on les trempe après dans l'eau pour leur redonner leur souplesse, et enfin on les traite par du sulfate ferreux, de l'acétate d'uranium, de l'acétate de cuivre et par du bichromate de potassium. Les fleurs introduites dans du sulfate ferreux se teintent immédiatement en violet et puis en bleu intense. Au bout d'une heure la coloration est complète. Toutes les parties de la fleur renferment des tanoïdes en quantité : le pédoncule floral, le réceptacle, les étamines et enfin les pétales prennent de belles et intenses colorations bleues. On peut conserver les fleurs ainsi colorées très longtemps dans l'eau formolée, sans qu'une diffusion des tanoïdes des organes ait lieu. Avec l'acétate d'uranium, les pétales ainsi que les autres pièces se colorent en brun rougeâtre; avec l'acétate de cuivre, en brun grisâtre, et avec le bichromate de potassium, en brun foncé.

En appliquant cette méthode, nous avons trouvé que les fleurs de toutes les plantes citées plus haut contiennent des tanoïdes en grande abondance. Nous avons constaté que ces substances sont distribuées, d'une manière générale, pour toutes les espèces, dans toutes les parties de la fleur : pédoncule floral, calice, corolle, pistil et étamines. Pour nous rendre compte de la nature chimique de ces substances, nous avons exécuté des réactions chimiques, soit sur les extraits aqueux des pétales, soit sur des tanoïdes que nous en avons isolés.

Suivant les réactions et les caractères présentés, on peut attribuer les tanoïdes des fleurs étudiées à deux groupes bien distincts.

Les uns verdissent avec les sels de fer et jouissent des propriétés caractéristiques des tanins, qui renferment dans leur constitution chimique le noyau de la catéchine. C'est dans cette classe qu'il faut ranger les tanoïdes des fleurs des arbres et arbustes suivants : *Æsculus Hippocastanum*, *Liriodendron Tulipifera*, *Philadelphus coronarius*, *Pirus communis*, *Symphoricarpus racemosus*, *Syringa vulgaris*.

D'autres substances bleuissent avec les sels de fer et présentent des propriétés caractéristiques des tanins, qui ont dans leur molécule le noyau de l'acide digallique. C'est à cette classe qu'il faut rattacher les tanoïdes des fleurs de quelques arbres et arbustes comme : *Acer platanoides*, *Rhus cotinus*, *Rosa canina* et des plantes herbacées suivantes : *Fragaria vesca*, *Geum urbanum*, *Helianthemum glaucum*, *H. guttatum*, *H. lavandulifolium*, *Lysimachia nummularia*, *Pæonia romanica*, *Potentilla argentea* et *P. recta*.

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique de l'aminométhyl-(3.4-dioxy-phényl)-carbinol.* Note (1) de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Delépine.

Après avoir affirmé que, contrairement à celle des substances pseudo-sympathomimétiques, l'action hypertensive des substances vraiment sympathomimétiques est à la fois inversée par l'ergotamine et augmentée par la cocaïne, Tainter (2) a récemment prétendu que c'est à la présence d'un noyau catechol qu'est due l'action purement sympathomimétique de l'adrénaline et des substances qui en sont pharmacologiquement les plus voisines.

Afin d'éprouver cette hypothèse, il nous a paru nécessaire d'étudier l'influence exercée, d'une part par la yohimbinisation qui équivaut à ce point de vue à l'ergotaminisation, d'autre part par la cocaïnisation, sur l'action hypertensive de l'aminométhyl-(3.4-dioxy-phényl)-carbinol, ou artérénol, qui possède un noyau catéchol et ne diffère de l'adrénaline que parce que le Cβ de sa chaîne latérale est relié à un groupement aminé.

La détermination du mode d'action de l'artérénol nous a paru d'autant plus nécessaire que, se basant sur les recherches de Schultz (3), M. Tiffeneau (4) a prétendu que cette substance est deux fois plus active que l'adrénaline et qu'ainsi la substance préparée par les chimistes est biologiquement plus parfaite que celle que la nature a réalisée. Il convient pourtant de rappeler que Barger et Dale (5) avaient déjà noté que, dans leurs expériences, l'artérénol, connu seulement sous sa forme racémique, s'était montré seulement 1,5 et même 1,25 fois plus hypertenseur que l'adrénaline racémique et qu'en outre le rapport entre l'action hypertensive de ces deux substances avait varié non seulement dans les différentes expériences qu'ils avaient pratiquées mais encore au cours d'une même expérience : l'artérénol, d'abord plus hypertenseur que l'adrénaline, devenait, après plusieurs heures d'expérimentation, moins hypertenseur que cette dernière.

Nos expériences, qui ont été pratiquées avec un chlorhydrate d'adrénaline

(1) Séance du 3 novembre 1930.

(2) M. L. Tainter, *Journ. of Pharmacology*, 40, sept. 1930, p. 43-64.

(3) W. H. Schutz, *Hyg. Laboratory U. S. Mar. Hosp. Serv.* (*Bull.* n° 55, 1909).

(4) M. Tiffeneau, *Annales de Physiologie*, 5, 1929, p. 571-577.

(5) G. Barger et H. H. Dale, *Journ. of Physiology*, 41, 1910, p. 19-59.

racémique et un chlorhydrate d'artérénol très purs qui ont été préparés pour nous par les laboratoires Höchst que nous sommes heureux de remercier ici, nous ont montré que l'on obtient des effets hypertenseurs différents suivant qu'on injecte d'abord l'une ou l'autre de ces substances. Si l'artérénol est injecté le premier, son action hypertensive se montre très nettement plus forte que celle d'une même dose d'adrénaline injectée ensuite. Si, au contraire, on injecte d'abord l'adrénaline, l'hypertension provoquée par cette substance est d'ordinaire un peu plus forte que celle produite par une dose égale d'artérénol. Ces résultats ne sont paradoxaux qu'en apparence car, comme Loup [1] l'a déjà noté, quand chez un même animal on pratique plusieurs injections d'une dose égale d'adrénaline ou d'une des substances hypertensives qui s'en rapprochent, l'hypertension provoquée par chacune des injections successives est de plus en plus faible. Nos expériences nous ont montré, en outre, que cette diminution d'action hypertensive est d'autant plus marquée que chacune des injections s'est montrée plus fortement hypertensive.

Puisque, quand on injecte d'abord l'adrénaline, l'hypertension provoquée par une certaine dose de cette substance, n'est que très légèrement plus forte que celle produite par une même dose d'artérénol, tandis que, quand on injecte d'abord l'artérénol, l'hypertension provoquée par cette substance est très nettement plus forte que celle produite par une dose égale d'adrénaline, on peut admettre que l'action hypertensive de l'artérénol est un peu plus forte que celle de l'adrénaline racémique.

Mais si l'action hypertensive provoquée par l'artérénol est vraiment un peu plus forte que celle produite par l'adrénaline, il reste à savoir si le mécanisme de l'action hypertensive de ces deux substances est ou non identique.

Chez le chien, qui a reçu une dose de yohimbine suffisante pour inverser l'action hypertensive d'une dose moyenne d'adrénaline, l'injection d'une même dose d'artérénol provoque encore une hypertension plus ou moins accentuée. Cette hypertension s'accompagne d'une dilatation passive du volume du rein alors que l'injection d'une même dose d'artérénol provoquait, avant la yohimbinisation, une forte vaso-constriction rénale [2].

---

(1) Loup, *Étude expérimentale des suprarénines synthétiques et de leurs dérivés* (*Thèse doct. méd. Genève*, 1912).

(2) Notons que Barger et Dale (*loc. cit.*) ont constaté que chez l'animal ergotoxiné, l'artérénol demeure hypertenseur.

L'artérénol se comporte donc vis-à-vis de la yohimbine non point comme l'adrénaline mais comme l'éphédrine (¹). Mais alors que les doses fortes d'éphédrine sont hypotensives, des doses mortelles d'artérénol (100^{mg} par kg.) demeurent fortement hypertensives.

En outre, comme celle de l'adrénaline et contrairement à celle de l'éphédrine, l'action hypertensive de l'artérénol est nettement augmentée par la cocaïnisation. Comme il en est de même chez l'animal dont on a extirpé les deux surrénales et dont on a sectionné les deux Splanchnici majores et les deux Splanchnici minores I, on ne peut pas penser que l'augmentation de l'action hypertensive de l'artérénol chez le chien cocaïnisé est due à une décharge d'adrénaline que provoquerait le dit artérénol.

L'artérénol fournit donc un exemple d'une substance qui, vis-à-vis de la cocaïne, se comporte comme l'adrénaline mais qui, vis-à-vis de la yohimbine, réagit comme l'éphédrine.

Nous en conclurons donc, d'une part que la corrélation admise par Tainter entre l'action sensibilisante de la cocaïne et l'action inversante de l'ergotamine ne s'observe pas avec toutes les substances hypertensives voisines de l'adrénaline, d'autre part, que le noyau catéchol n'est pas le seul support de l'action purement sympathomimétique puisque l'action de l'artérénol qui possède ce noyau n'est pas influencée par le yohimbine de la même façon que l'adrénaline. L'artérénol ne peut donc pas être considéré comme une substance sympathomimétique pure ou, si l'on veut être plus précis, comme une substance adrénalinomimétique. On doit le regarder comme une des substances pseudoadrénalinomimétiques qui constituent actuellement un groupe hétérogène et dont l'étude systématique reste à faire.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les processus chimiques au cours de la division cellulaire.* Note de M. **Louis Rapkine**, présentée par M. Molliard.

En admettant l'hypothèse que la division cellulaire est précédée par une dénaturation des protéiques, au sens de Harris (²), et que cette dénaturation accompagne une scission des lipo-protéiques cellulaires, j'ai cherché à

(¹) Raymond-Hamet, *Comptes rendus Soc. Biologie*, **97**, 1927, p. 618-619, et *Revue de pharmacol. et de thérap. expér.*, **1**, 1929, p. 264-332.

(²) *Proceedings Roy. Soc.*, B, **94**, 1923, p. 426.

mettre en évidence l'augmentation du radical — SH avant la division. Le travail a porté sur l'œuf d'Oursin (*Paracentrotus lividus* Lk.). Les dosages sont faits par la méthode iodométrique de Tunnicliffe, modifiée par Perlzweig et Delrue [1].

Dans l'œuf vierge, il y a déjà une certaine quantité de — SH, environ 35^{mg} pour un poids frais de 100^{gr} d'œufs. Après la fécondation jusqu'à 30 minutes après celle-ci, on constate une diminution notable de ce groupement, dont la teneur s'abaisse jusqu'à environ 10^{mg} pour 100. A cette diminution succède une augmentation brusque qui va en croissant jusqu'à 10 à 15 minutes avant la première division, atteignant 46^{mg} pour 100 environ.

Le groupement — SH est-il nécessaire pour le métabolisme de la cellule au cours de la division? S'il en est ainsi, on devrait pouvoir arrêter la division en combinant le groupement — SH avec un métal quelconque, puis permettre à la division de se faire, en fournissant aux cellules de nouvelles quantités de — SH.

Une série d'expériences ont été faites dans le but de résoudre cette question, et voici une expérience type :

A 200$^{cm^3}$ d'une suspension à 10 pour 100 d'œufs fécondés, on ajoute, 20 minutes après la fécondation, 200$^{cm^3}$ d'une solution de bichlorure de mercure M/50000 dans l'eau de mer. Les œufs sont ainsi dans une solution de $HgCl^2$ approximativement M/100000. Toutes les minutes, après lavage préalable pour enlever le $HgCl^2$ adhérent, on transporte 2$^{cm^3}$ de la suspension : (*a*) dans de l'eau de mer; (*b*) dans une solution M/1000 d'alanine dans de l'eau de mer; (*c*) dans une solution M/1000 de cystine dans de l'eau de mer; (*d*) dans une solution M/1000 de cystéine dans de l'eau de mer.

Dans les solutions *a*, *b*, *c*, les œufs se développent d'autant plus lentement que l'action par le $HgCl^2$ s'est exercée plus longtemps. Déjà, après une minute de séjour dans le $HgCl^2$, 20 à 40 pour 100 des œufs ne se divisent pas du tout. A partir d'un temps de traitement de 5 minutes, la division est complètement bloquée et aucun œuf n'atteint le stade *deux*.

Par contre, dans la solution *d*, c'est-à-dire dans l'eau de mer additionnée de cystéine, les œufs se développent normalement, et il y a 100 pour 100 de divisions, jusqu'à un temps d'action de 4 minutes. Après une action

---

(1) *Biochem. J.*, **21**, 1927, p. 1416.

de 5 minutes, il y a encore 70 à 90 pour 100 d'œufs qui se divisent, tandis que, dans les solutions *a*, *b* et *c*, comme on l'a vu ci-dessus, aucun œuf n'atteindra le stade *deux*.

L'acide thio-glycolique agit comme la cystéine.

Les faits suivants peuvent nous renseigner sur le mécanisme d'action du groupement — SH : on peut extraire de l'œuf d'Oursin un corps semblable à celui que Hopkins a trouvé dans le muscle et qu'il a dénommé « Thermo-stable residu ». Comme ce dernier, il peut agir comme *donateur* d'hydrogène vis-à-vis de la cystine. De même il peut réduire le bleu de méthylène en présence soit de cystéine, soit de cystine.

Or, si l'on traite ce « résidu » par une solution M/100000 de $HgCl^2$ de la même manière que les œufs, on peut supprimer son action réductrice soit partiellement, soit totalement, selon la durée du traitement par le $HgCl^2$. On peut, après avoir supprimé partiellement son action réductrice, la restaurer en ajoutant des traces de — SH sous forme de cystéine.

Le groupement — SH agit donc comme catalyseur vis-à-vis des « donateurs », tels que le « Thermo-stable residu ».

D'autre part, en mesurant les vitesses de réduction du bleu de méthylène par ces « donateurs » en présence de cystine, on trouve que ceux-ci ont une activité maximum 20 à 30 minutes avant la division. On peut, en outre, non seulement mettre en évidence de l'acide lactique dans l'œuf vierge, mais encore montrer qu'il augmente à peu près de 200 pour 100, 20 à 30 minutes avant la division. On peut, d'ailleurs, à tout moment du développement, produire expérimentalement une augmentation d'acide lactique en plaçant les œufs soit dans l'azote, soit dans une solution M/2000 de KCN. Les dosages sont faits par une méthode colorimétrique basée sur la réaction de Hopkins. Quoi qu'elle ne soit qu'approximative, elle est suffisante dans notre cas, étant donnée la grandeur des variations.

Si l'on traite pendant 3 minutes des œufs d'oursin par le $HgCl^2$ M/100000 et si on les transporte dans de l'eau de mer, on peut montrer qu'il n'y a presque pas d'acide lactique formé. Mais si l'on mesure l'acide lactique dans les œufs traités pendant 3 minutes par le $HgCl^2$ et transportés dans de l'eau de mer additionnée de cystéine, on constate une augmentation normale de l'acide lactique.

En résumé, ces expériences montrent que l'on peut, à volonté, arrêter et faire repartir la division par suppression ou addition du groupement — SH. Les résultats concernant l'acide lactique confrontés avec des expériences

antérieures ([1]) où j'obtenais un développement des œufs en l'absence d'oxygène libre montrent, en outre, que l'état de prédivision rappelle les processus de la contraction musculaire et d'une manière générale ceux de la vie anaérobie (Meyerhof, Hill, Warburg).

ENTOMOLOGIE — *Contribution à l'étude des phases chez le Criquet Pèlerin* (Schistocerca gregaria *Forsk*). Note de MM. **Lespes**, **Regnier** et **Rungs**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'invasion de *Schistocerca gregaria* Forsk., qui a commencé dans l'Afrique du Nord en 1927 et s'achève actuellement, nous a permis de faire au Maroc les observations suivantes :

1° Prédominance très nette dans les vols du début (1927) de la phase *flaviventris* Burm. ([2]) et de formes de transition vers ce type. Il ne fut pas observé cette année-là de phase *gregaria* typique ;

2° En automne 1928 la phase *gregaria* et les formes de transition vers ce type constituaient presque exclusivement les vols d'invasion, dans lesquels la phase *flaviventris* n'apparaissait qu'à titre exceptionnel ;

3° Dans le Grand Atlas les descendants des vols de 1928, devenus adultes pendant l'été 1929, étaient des *gregaria* non typiques ;

4° Les vols très nombreux et exceptionnellement importants arrivés d'octobre 1929 à avril 1930 ne comprenaient que des *gregaria* typiques ;

5° En juillet 1930, dans le Gharb, en un point où des traitements arseniqués n'avaient laissé subsister que de rares descendants isolés des vols d'invasion, on trouvait à la fois des adultes immatures de la phase *gregaria* en partie typiques, en partie transitionnels vers *flaviventris*, et des larves dont la plupart, de coloration verte, se rapportaient à la phase *flaviventris*. Bien qu'assez nombreux, ces individus n'ont, à aucun moment, été observés groupés.

6° En outre des caractères indiqués par Uvarov et Johnston, les larves du type *flaviventris* et des formes transitionnelles se distinguaient par la coloration jaune antimoine rayé de brun foncé de leurs yeux et la teinte

([1]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 650.

([2]) Cette détermination et les suivantes sont dues à M. Uvarov, à qui nous avons communiqué nos matériaux.

jaune ou brun très clair de leur face. Chez *gregaria* les yeux sont brun rouge ou noirs non rayés, et la face noire.

7° Les larves ci-dessus — *flaviventris* et transitions, aux troisième, quatrième et cinquième âges — furent réparties en deux groupes mis séparément en élevage dans des conditions identiques : cages de petites dimensions, placées dans le même local et pourvues de la même nourriture.

Le premier groupe rassemblait les larves présentant le plus d'affinités avec *gregaria*, le second celles du type *flaviventris* et des formes transitionnelles les plus proches. Dans les deux groupes, en moins de huit jours les larves changèrent de coloration : de vert unicolore elles devinrent noir et jaune, se rapprochant ainsi du type *gregaria*. Toutefois, les rayures des yeux et la teinte pâle de la face persistèrent. Aucune modification d'ordre morphologique ne fut observée. Tous les adultes issus de ces larves appartenaient à des formes de transition;

8° Une larve du type *flaviventris*, au cinquième âge, recueillie postérieurement aux précédentes, mais au même lieu, élevée isolément, ne subit aucune modification. Elle conserva sa coloration verte jusqu'à la dernière mue et donna un adulte de la phase *flaviventris*.

Ces résultats établissent qu'il existe, chez *Schistocerca gregaria* Forsk., une corrélation entre le développement maximum de l'invasion et le pourcentage de la phase *gregaria* dans la composition des vols, corrélation analogue à celle relevée par Uvarov chez *Locusta migratoria* L.

Ils confirment que *S. gregaria* Forsk. et *S. flaviventris* Burm. sont bien les deux phases : migratrice et sédentaire, d'une même unité spécifique, comme l'avait d'abord supposé Uvarov et vérifié ensuite, une première fois, Johnston dans le Soudan oriental.

Ils apportent une preuve expérimentale nouvelle de l'influence de la densité locale du peuplement dans le déterminisme des phases.

Ils montrent que cette influence s'exerce rapidement, même en partant de larves âgées.

Enfin, ils font connaître l'existence de formes de transitions variées non signalées jusqu'ici dans l'Afrique du Nord.

ZOOLOGIE. — *Morphologie comparée des canaux déférents des Pagures.* Note de Mlle **Simone Mouchet**, présentée par M. F. Mesnil.

Les canaux déférents des Pagures sont, on le sait, le siège de la formation des spermatophores. A chaque espèce de Pagure, correspondent des sper-

matophores de forme déterminée et des canaux déférents qui, physiologiquement au moins, sont caractéristiques de l'espèce. J'ai montré précédemment que la forme du canal est en relation étroite avec sa physiologie et qu'en particulier il est facile de reconnaître macroscopiquement les régions où ont lieu telle secrétion ou telle contraction, facteurs de l'élaboration du spermatophore. Je suis ainsi arrivée à distinguer un certain nombre de régions, caractérisées à la fois par leur aspect morphologique et leur fonction, et à noter certains aspects principaux des canaux déférents.

Chez les Pagures, le canal déférent présente, peu après le point où il se différencie du testicule, un enroulement se ramenant à deux types fondamentaux : hélice et spirale. Chaque canal déférent présente deux enroulements consécutifs, soit deux hélices, soit deux spirales, soit une spirale et une hélice, les deux enroulements étant toujours, quelle que soit leur nature, en sens inverse l'un de l'autre.

On peut réaliser matériellement un tel système, par exemple de deux hélices inverses, en faisant avec un fil une anse plane et en enroulant simultanément les deux bouts accolés, en hélice autour d'un axe. Les deux hélices simultanées, ainsi obtenues, peuvent être écartées l'une de l'autre et parcourues suivant la continuité du fil, donnant à la fois deux hélices successives et inverses. Or, le *Pagurus arrosor* nous met justement en présence d'une telle disposition. En un certain point de son trajet, le canal déférent porte, à angle droit avec sa direction générale, une anse enroulée en double hélice, dont les bouts se continuent respectivement avec la région proximale et la région distale du canal. Les tours des deux hélices alternent et se distinguent de l'un à l'autre par la différence du calibre; celui-ci en effet augmente à partir du sommet de l'anse; les tours de la première hélice sont donc plus fins que ceux de la deuxième. On trouve ainsi chez *Pagurus arrosor* un canal déférent enroulé suivant deux hélices inverses et emboîtées. Je considérerais volontiers ce cas comme primitif, car tous les autres peuvent en être géométriquement déduits par des déformations continues.

Partons en effet des deux hélices emboîtées précédentes; séparons-les l'une de l'autre, ce qui est possible jusqu'au sommet par simple écartement, puisqu'il y a eu enroulement simultané des deux brins de l'anse, sans aucune torsion de l'un autour de l'autre. Les deux hélices séparées restent d'enroulement inverse. Si on les considère comme parcourues par continuité dans le sens du flux spermatique, celui-ci traverse donc, interposé sur un trajet général plus ou moins sinueux, un système différencié de deux serpentins inverses. Cette disposition est réalisée chez *Diogenes pugilator*, *Clibanarius misanthropus*, *Paguristes oculatus*, *Eupagurus excavatus*.

Supposons maintenant que l'on aplatisse une des hélices, la première, par exemple, de façon que ses tours s'emboîtent successivement vers l'extérieur et réalisent une spirale lovée dans un plan. Le canal déférent présente alors une spirale suivie d'une hélice, dont les enroulements restent inverses. C'est le cas chez *Eupagurus cuanensis*, *Eupagurus sculptimanus*, *Eupagurus prideauxi*.

En aplatissant au contraire la deuxième hélice, on obtiendrait la succession hélice-spirale, à enroulements inverses; mais ce cas n'est pas représenté dans les Pagures étudiés.

Enfin les deux hélices peuvent être simultanément transformées en spirales planes. On a alors une sorte d'S majuscule dont les arcs comptent plus ou moins de tours. Le nombre de ces tours est caractéristique d'une espèce donnée. Ce cas est réalisé chez *Eupagurus bernhardus*, *Eupagurus anachoretus*, *Anapagurus lævis* (canaux droit et gauche), *Anapagurus hyndmanni* (canaux droit et gauche).

Tout ce qui précède est relatif à la morphologie du canal déférent. Il est intéressant de noter qu'à chacun des modes d'enroulement est lié un mode spécial de formation des spermatophores. Il est très remarquable en effet que si, chez les Pagures, la fragmentation de la colonne spermatique en ampoules successives a lieu au point où la courbure change de sens (sauf peut-être pour *Paguristes oculatus*), elle se produit, à cet endroit, suivant divers processus que j'ai déjà signalés [1] :

1° Formation d'une sinusoïde à arcs égaux, les arcs inférieurs disparaissant au profit des autres qui s'isolent mutuellement en rapprochant leurs extrémités (*Diogenes pugilator*, *Pagurus arrosor*) ou restent unis (*Clibanarius misanthropus*); Pagures à deux hélices.

2° Formation d'une sinusoïde à arcs très inégaux dont l'un, véritable bâtonnet, devient l'ampoule à sperme, l'autre le spermatophore accessoire. C'est le cas des Pagures à une ou deux spirales, *Eupagurus* et *Anapagurus*.

Les spermatophores à corpuscules accessoires se trouvent dans les canaux ayant au moins une spirale, les spermatophores sans corpuscule accessoire s'élaborant dans les canaux à deux hélices. Mais il y a plus, les canaux à deux hélices sont aussi ceux où les spermatophores ont un pédicule (*Diogenes pugilator*, *Clibanarius misanthropus*), une embase commune (*Pagurus arrosor*, *Clibanarius misanthropus*), une sécrétion affectant la forme d'un voile et qui unit les spermatophores entre eux (*Paguristes*)

---

[1] *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 691.

ou les enveloppe (*Clibanarius*), tandis que les autres canaux contiennent des spermatophores sans pédicule, sans voile d'union, à embases séparées, et tous munis, comme il a été dit, d'une ampoule accessoire.

Le seul examen de la forme extérieure du canal déférent d'un Pagure permet de prévoir les caractères principaux des spermatophores qu'il produit et, en outre, nous l'avons vu, de connaître le mode de fragmentation du flux spermatique au moment de sa transformation en ampoules successives.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le stationnemont de l'Argiope fasciée* (Argiope bruennichi) *sur sa toile.* Note de M. **Étienne Rabaud.**

La toile des Araignées orbitèles serait, au dire des auteurs, une construction géométrique dont la région centrale est un disque tissé d'une façon particulière. Les Araignées stationnent sur ce disque; elles se dirigent constamment et directement vers lui, chaque fois que, après séparation préalable et complète, elles reprennent contact avec leur toile. Cette constance du lieu de stationnement, fait d'observation courante, n'a guère retenu l'attention. Les auteurs se bornent à affirmer, sans autres preuves, que l'Araignée se tient là où aboutissent tous les ébranlements que peut subir la toile; mais ils négligent d'examiner à quels indices l'Araignée « reconnaît » cette position privilégiée.

Des constatations préliminaires, précédemment publiées (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1930), m'ont conduit à rejeter l'hypothèse d'une particularité de structure. L'hypothèse semble s'imposr en raison de la différence qui existe entre le tissu du disque de stationnement et celui du reste de la toile. Seulement, outre que la différence est souvent peu marquée, une Argiope fasciée déposée sur une toile d'Epeire diadème (ou inversement) vient incontinent occuper le disque, dont le tissu ne ressemble pourtant pas à celui de son propre disque. Deux ou trois autres constatations m'amenaient à penser que l'Araignée obéit à une action d'ordre mécanique et stationne sur une partie de la toile correspondant à l'équilibre de son poids et des tensions de la toile.

Les essais auxquels je viens de me livrer avec *Argiope bruennichi* confirment, en la précisant, cette conclusion provisoire.

Pour modifier la direction et l'intensité des tractions supportées par le disque, il faut délabrer la toile de diverses manières, ou la déformer en la

laissant intacte. Dans les deux éventualités, le changement apporté à l'équilibre mécanique de la toile se traduit par la déviation des *stabilimenta* caractéristiques de la toile de l'Argiope fasciée et par un flottement plus ou moins accentué.

A. *Section de la toile en dehors du disque* ou *excision du disque lui-même.* — *a.* Quand le délabrement est nettement asymétrique, l'Argiope (remise du « choc » subi) se met en mouvement et pose quelques fils; elle les pose toujours en petit nombre et, le plus souvent, du côté du délabrement. Parfois elle pratique un travail plus compliqué, un véritable remaniement : elle ajoute de nouveaux fils et en sectionne d'autres. Ce travail a pour effet d'établir un nouvel équilibre. Mais celui-ci ne coïncide pas avec le précédent et l'Argiope vient stationner aux alentours du disque, occupant une place différente de sa place initiale. La substitution de l'une à l'autre est définitive, car l'Araignée y revient, comme elle revenait sur le disque luimême. La perte de substance n'est nullement réparée en tant que telle, et les nouveaux fils la laissent largement béante.

b. J'essaie de pratiquer un délabrement symétrique, en sectionnant la toile directement au-dessus et au-dessous du disque. Bien que la tension de la toile diminue, l'équilibre mécanique peut n'être pas modifié. En fait, l'Araignée se borne, parfois, à descendre ou à monter, adoptant une nouvelle place de stationnement, située à 1^{cm} ou à $1^{cm},5$ de l'ancienne, et ne pose aucun fil nouveau.

Parfois, au contraire, elle pose quelques fils ici ou là avant de s'installer à demeure.

Mais jamais elle ne répare la brèche. Même, dans le cas de section inférieure, il arrive que l'Argiope s'installe aux abords immédiats de la brèche, l'extrémité du céphalothorax dépassant la toile et plongeant dans le vide.

L'existence d'un lambeau flottant au-dessus ou au-dessous ne provoque aucune réaction.

c. L'excision du disque donne des réactions tout analogues. Suivant le cas, l'Argiope pose ou non quelques fils en travers de la perte de substance; mais toujours elle vient s'installer à quelque distance de l'emplacement initial, son corps correspondant ou non avec une partie de l'orifice résultant de l'excision.

Dans chacune des trois séries précédentes, la pose de quelques fils, ou un léger remaniement plus complexe, établit un équilibre nouveau, sans donner à la toile une tension d'intensité comparable à la précédente. Par

temps calme, aucune réaction de l'Araignée ne s'ensuit; mais quand un coup de vent survient et secoue la toile, l'Araignée pose, aussitôt, de nouveaux fils.

B. *Déformations simples.* — Les déformations de la toile sans perte de substance donnent des résultats concordants. On les obtient en fixant un poids léger (15 à 20^g) sur l'un des supports où s'attachent quelques-uns des fils radiaux de la toile. Tout en évitant la moindre perte de substance, on change ainsi l'équilibre statique de la toile en même temps que sa tension. Suivant le cas, l'Araignée se déplace simplement et vient établir son stationnement aux environs immédiats du disque, ou bien elle pose quelques fils et change aussi son lieu de stationnement.

L'ensemble de ces données ne paraît comporter qu'une seule interprétation. Le disque sur lequel stationne l'Araignée correspond à une position d'équilibre mécanique; c'est une surface soumise de toutes parts à des tractions d'une certaine intensité; elle ne coïncide pas nécessairement avec le centre géométrique de la toile. Le simple déplacement de cet équilibre entraîne l'Araignée vers une autre surface de stationnement; la rupture de cet équilibre, que la toile soit intacte ou non, détermine la pose de nouveaux fils qui réalisent un nouvel équilibre.

L'existence d'un équilibre statique n'a rien à voir avec la capture des proies; les fils nouveaux que pose l'Araignée ne comblent jamais la brèche; ils ne sont nullement des matériaux de « réparation ». Pas davantage, la construction même de la toile ne répond, comme on l'a prétendu, à des nécessités géométriques, elle répond à des actions mécaniques. Pendant qu'elle file, l'Araignée se trouve constamment soumise à ces actions et leur obéit. Loin de poser des fils autour d'un centre, le fil qu'elle vient de tendre détermine la situation du suivant et, de proche en proche, la position du disque de stationnement. Celui-ci est donc imposé à l'Araignée par les conditions même où elle tisse et correspond au lieu d'équilibre mécanique du système.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes. Les quinones et la fonction antioxygène.* Note de M. **L. Lutz**, présentée par M. L. Mangin.

On sait que les agents d'oxydation, même les plus doux, enlèvent deux atomes d'hydrogène aux paradiphénols, par exemple au paradioxybenzène

ou hydroquinone et les transforment en quinones. Par voie de conséquence, cette hydroquinone se conduit comme un puissant antioxygène, aussi bien dans les catalyses exclusivement chimiques que dans celles qui se produisent en présence des ferments sécrétés par les Champignons.

Mais, inversement, les agents de réduction, même les plus faibles, fixent sur la quinone formée deux atomes d'hydrogène pour redonner l'hydroquinone.

De telle sorte que, théoriquement, la quinone résidu d'une action antioxygène devrait pouvoir, en présence d'un catalyseur réducteur, régénérer l'hydroquinone et, par suite, redevenir capable d'agir de nouveau comme antioxygène dans une catalyse oxydoréductrice telle que celles qui marquent l'action d'un grand nombre de Champignons. Dans ces conditions, on devrait finalement noter la même action antioxygène, bien qu'un peu retardée, qui accompagne l'addition d'hydroquinone aux milieux nutritifs.

Pour vérifier cette hypothèse, deux séries d'expériences ont été entreprises, les unes en présence d'un indicateur d'oxydation : gaïacol, naphtol-α; les autres en présence d'un indicateur de réduction : bleu de méthylène.

Les quinones utilisées ont été la quinone ordinaire et la thymoquinone.

Les Champignons sont, pour les milieux avec test d'oxydation : le *Corticium quercinum* et le *Coriolus versicolor*, riches tous deux à la fois en ferments oxydants et en ferments réducteurs, et le *Pleurotus ostreatus*, plus riche en réductases qu'en oxydases. Pour les milieux avec test de réduction : le *Corticium quercinum*.

Les formules des milieux et les concentrations en substances actives sont toujours calquées sur celles des expériences précédentes.

Les résultats ont été les suivants :

I. *Milieux oxydables*. — Avec le *Corticium quercinum* et la quinone, retard remarquable dans les phénomènes d'oxydation : 7 jours après l'ensemencement, un témoin au gaïacol sans quinone présente une auréole rouge intense de 9 à 10^{mm} de rayon autour de la culture, alors qu'en présence de quinone il n'y a aucune trace de coloration, bien que le feutrage mycélien ait déjà 1^{cm} de diamètre.

Dans un milieu au naphtol α, la coloration du témoin est rapide et intense, tandis qu'en présence de quinone, il faut attendre 18 jours pour voir apparaître un léger début de coloration.

Avec le *Coriolus versicolor*, même gradation des phénomènes : en 48 heures,

oxydation des témoins, se manifestant par l'existence d'auréoles colorées intenses, aussi bien avec le gaïacol qu'avec le naphtol, alors qu'il faut attendre 4 et 5 jours pour observer un début de coloration dans les tubes contenant de la quinone.

Avec le *Pleurotus ostreatus*, mêmes observations : coloration rapide du gaïacol et du naphtol dans le témoin, rien après 12 jours en présence de quinone.

En substituant la thymoquinone à la quinone, les différences sont moins tranchées, mais cependant encore très nettes : c'est ainsi qu'avec le *Corticium quercinum* et le naphtol, le témoin sans thymoquinone montre, au bout de 7 jours, une auréole rouge intense de 9 à 10^{mm} de rayon autour de la culture, tandis que le milieu à la thymoquinone n'offre qu'un rosissement à peine perceptible au contact du mycélium.

II. *Milieux réductibles.* — L'accélération de l'action réductrice par rapport au témoin s'est manifestée intensément, surtout avec la quinone. Elle confirme la réalité de la transformation de la quinone en hydroquinone, laquelle, à son tour, a exercé son action antioxygène.

On voit ainsi des corps, théoriquement inactifs comme antioxygènes, retrouver cette activité et rentrer en réaction, grâce à l'action superposée des deux ferments inverses sécrétés par les Champignons.

De plus, cette superposition des actions catalytiques inverses permet d'expliquer la décoloration lente de la tétragaïacoquinone et de la naphtoquinone dans les milieux où le gaïacol et le naphtol ont été employés comme tests d'oxydation, ainsi que certains phénomènes de recoloration du bleu de méthylène dans les cultures primitivement décolorées par les ferments fongiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches biochimiques sur le rubrène.* Note de M. **M. Javillier** et Mlle **L. Emerique**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le carotène, qui possède à l'état brut la propriété de se comporter comme vitamine A, conserve cette propriété après une purification déjà très soigneuse [1]. *Quelle que soit l'opinion que l'on ait sur l'interprétation*

[1] B. v. Euler, H. v. Euler et P. Karrer, *Helv. chim. Acta*, **12**, 1929, p. 278. — H. v. Euler, P. Karrer et M. Rydbom, *Ber. dtsch. chem. Ges.*, 62, 1929, p. 2445. — M. Javillier et Mlle L. Emerique, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 655, et **191**, 1930, p. 226.

d'un tel phénomène, il n'en reste pas moins fort intéressant qu'un corps défini, cristallisé, relativement facile à obtenir et à purifier, présente de telles propriétés [1]. Nous avons pensé qu'il le serait également de retrouver les mêmes propriétés physiologiques chez un corps défini, comme le *rubrène* dont on peut affirmer, en raison des circonstances de sa préparation, qu'il n'a pu fixer aucune vitamine naturelle.

Bien que le rubrène présente une constitution très différente de celle du carotène, nous avons expérimenté avec ce carbure, dont l'étude biologique est peu avancée [2]. Le rubrène est un carbure synthétique de formule $C^{42}H^{28}$, cristallisé, d'une magnifique couleur rouge orangé, riche en doubles liaisons, se décolorant par fixation d'oxygène [3]. A beaucoup d'égards, il présente donc des analogies avec le carotène $C^{40}H^{56}$, mais tandis que celui-ci possède une longue chaîne aliphatique, le rubrène est un dérivé du dibenzofulvène.

Nous avons carencé des rats albinos jeunes (de 50^{g} environ) en les soumettant à notre régime habituel dépourvu de vitamine A. La carence se manifestant par une chute nette de la courbe de croissance, nous avons fait ingérer à ces animaux du rubrène en quantités variables suivant les lots (de $\frac{12}{100}$ à $\frac{25}{100}$ de milligramme), largement supérieures à celles qui eussent été actives avec du carotène. En aucun cas nous n'avons obtenu d'amélioration, ni dans l'allure de la courbe de carence, ni dans les symptômes oculaires. Les animaux se sont comportés de tous points comme les animaux carencés ne recevant pas de rubrène. Ce corps paraît donc ne posséder aucune propriété vitaminique A.

Il importait cependant de savoir si les observations n'avaient pas été contrariées, soit par quelque propriété toxique du rubrène vis-à-vis du rat, soit par le fait que le rubrène ingéré n'est pas absorbé.

Trois lots de chacun trois rats (le poids de chaque animal étant d'environ 62^{g}) reçurent respectivement *per os*, en même temps qu'un régime alimentaire banal vitaminé, 1^{mg}, $2^{mg},5$ et 5^{mg} de rubrène (par rat et par jour). Un quatrième lot servait de témoin. Au bout de 40 jours, les animaux des quatre lots avaient atteint un poids d'environ 115^{g} sans qu'il fût possible

---

(1) Sur l'activité vitaminique du carotène, l'accord se trouve aujourd'hui réalisé entre les expérimentateurs. Voir à ce propos M. Javillier, *Bull. Soc. Chim. biol.*, **12**, 1930, p. 554, puis les Notes ci-dessus mentionnées; enfin, J. C. Drummond, *Journal of the Society of chemical Industry*, **49**, 1930, p. 291.

(2) Nous en devions les échantillons à M. Ch. Dufraisse.

(3) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et P. Marshall Dean, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1440, et, depuis, un grand nombre d'autres publications.

d'observer d'accidents quelconques chez les animaux vivants; sur les animaux sacrifiés, l'autopsie ne révéla aucune altération macroscopique des organes.

Au cours du traitement, nous avions eu le soin de conserver les fèces pendant six jours consécutifs et, à l'autopsie, nous avons prélevé les foies, les reins, les tubes digestifs. Ces derniers furent soumis à un minutieux lavage. Nous avons recherché et dosé le rubrène dans les organes et les fèces. La recherche était basée sur l'extraction des matières premières (séchées) par le benzène et l'observation au spectroscope des solutions benzéniques. Aucune des solutions provenant des organes ne permit de déceler le rubrène; les solutions benzéniques provenant des fèces d'animaux traités présentaient au contraire la belle fluorescence caractéristique et, au spectroscope, les bandes du rubrène.

La caractérisation du rubrène a été de nouveau faite, et le dosage a été pratiqué par spectrophotométrie en utilisant l'appareil de G. Yvon construit par A. Jobin. Cette méthode nous a permis de retrouver dans les fèces des rats ayant reçu quotidiennement 1^{mg}, $2^{mg},5$, 5^{mg} de rubrène, respectivement 76, 80 et 67 pour 100 du corps ingéré (1). Dans les extraits d'organes, nous n'avons pas plus caractérisé le rubrène avec le spectrophotomètre qu'avec le spectroscope.

En résumé : le rubrène ingéré *per os* est pratiquement dénué de toxicité pour le rat aux doses mentionnées. La plus grosse part (75 pour 100 environ) est éliminée par les fèces. Une fraction qui, dans nos expériences, correspond à peu près à 25 pour 100, doit être absorbée (2), mais aucune trace n'a été trouvée dans les organes. Sans doute le rubrène se transforme-t-il en une substance incolore. Enfin, le rubrène ingéré n'agit pas comme vitamine A.

---

(1) On s'est assuré que les extraits des fèces ne renfermaient pas d'*oxyrubrène* transformable en rubrène par l'action de la chaleur.

(2) Il faut tenir compte, dans l'appréciation des quantités, du degré de précision que l'on est en droit de demander à la méthode.

BACTÉRIOLOGIE. — *Bactéries acidoprotéolytiques dans le lait pasteurisé.* Note de M. **Constantino Gorini**, présentée par M. E. Roux.

Depuis longtemps j'étudie les bactéries qui résistent dans le lait aux températures élevées. En 1894 (¹) j'ai décrit le premier microbe thermophyle du lait qui se développe entre 37° et 65°, *B. lactis thermophilus*. En 1915 (²) j'ai signalé dans le lait pasteurisé des coccus acidoprotéolytiques thermorésistants, asporogènes *Mammococcus*. En 1928 (³) j'ai retiré du lait une variété acidoprotéolytique thermophyle du *B. Subtilis*, *B. acidificans presamigenes casei*. Pendant l'été dernier en contrôlant la conservation du lait pasteurisé à la laiterie centrale de Milan, j'ai observé que les bouteilles tenues à la température ambiante de 22° à 30° se comportaient différemment. Tandis que la plupart s'altéraient seulement au bout de 48-54 heures en donnant un caillot ferme, compact avec une acidité lactique de 5 à 7 pour 1000, d'autres s'altéraient déjà au bout de 28-34 heures donnant un caillot mou floconneux avec une acidité lactique de 2 à 2,5 pour 1000.

Il s'agissait donc du phénomène de la coagulation prématurée dite coagulation douce caractéristique des bactéries acidoprotéolytiques produisant de la présure en même temps qu'une faible acidité. En effet, l'analyse bactériologique a révélé dans les caillots fermes une prépondérance de ferments lactiques et de coccus acidoprotélytiques, dans les caillots mous une prépondérance de bacilles acidoprotéolytiques thermophiles facultatifs du groupe *subtilis*.

La laiterie de Milan emploie la pasteurisation lente et basse, 30 minutes à 63°, à cette température les bactéries thermophiles ont pu non seulement survivre, mais aussi se multiplier, de sorte que dans le lait pasteurisé, gardé à la température de l'été, ils ont poursuivi leur développement en altérant le lait bien plus rapidement que les ferments lactiques et les coccus acidoprotéolytiques qui à 63° ne sont pas tués, mais ne prolifèrent point.

Il est à supposer que la coagulation prématurée est moins à redouter dans le lait pasteurisé à haute température, 80° à 85°, les formes végétatives des bacilles acidoprotéolytiques étant détruites; toutefois leurs spores

---

(¹) *Giornale R. Societa Italiana d'Igiene*, 1, 1894, p. 56.
(²) *Rend. R. Instituto Lombardo Science et Lettere*, 48, 1915, p. 956.
(³) *Rend. Accademia Lincei*, 8, 1928, p. 598.

survivent et sont capables de germer pendant le refroidissement du lait à partir de 65°.

Les bacilles acidoprotéolytiques thermophiles du groupe subtilis sont parmi les microbes les plus nuisibles à la conservation du lait pasteurisé, d'où la nécessité de réfrigérer le lait au-dessous de 10° le plus tôt possible après la pasteurisation. La conservation du lait pasteurisé dépend moins de la charge microbienne totale que de la qualité des germes qui a résisté au chauffage. Le contrôle fondé seulement sur la numération des germes avant et après la pasteurisation est donc insuffisant.

MICROBIOLOGIE. — *L'atténuation de la Bactéridie charbonneuse en fonction de la nutrition.* Note de MM. **Maurice Piettre** et **Pierre Villedieu**, présentée par M. Achard.

On sait qu'en vue de la préparation des vaccins charbonneux l'atténuation de la Bactéridie de Davaine a été obtenue en utilisant l'action du vieillissement, de la chaleur (Pasteur), des antiseptiques (Roux, Chamberland) sur la forme mycélienne seule. Il importe en effet d'éliminer rigoureusement la spore, cause assez fréquente des accidents de la vaccination.

Les recherches récentes, dans cette direction, de Abt, Ducloux, Marine ont établi qu'une réaction acide, en milieux hydrocarbonés, peut, au même titre que les moyens classiques, conduire à l'obtention de races asporogènes du charbon. Ces techniques nouvelles, d'une réalisation longue et difficile, ne semblent pas apporter cependant de garanties absolues ni au point de vue des spores, ni au point de vue de la vitalité et de la virulence des formes mycéliennes.

Au cours de recherches poursuivies depuis plus d'un an par l'un de nous, sur les conditions de végétation de la Bactéridie charbonneuse, nous avons été amenés à constituer un milieu qui réunit le double avantage : 1° de conduire à une forme pratiquement asporogène, à l'instar de nos prédécesseurs; 2° de réaliser l'atténuation rapide de la virulence du mycélium et subséquemment de la spore.

I. Ce milieu pauvre, dit « de carence » [1], parce qu'il ne contient pas de

---

[1] Maurice Piettre, *Microbiologie du sol*, p. 205 (in *Production industrielle du café*, Paris, 1925).

peptone, aliment de choix pour la Bactéridie, répond à la composition suivante :

Agar-Agar [1]	18g	Eau distillée.
Gélatine extra	50	1000.
Phosphate bipotassique	10	»
Chlorure de potassium	5	»

On le prépare très simplement en faisant fondre à douce ébullition la gélose et la gélatine dans la solution aqueuse des deux sels. On filtre sur Chardin en autoclave à 100°-103° et répartit en tubes qu'on incline jusqu'à prise du gel, après stérilisation à 110°-112°.

La réaction du milieu, alcaline naturellement au papier de tournesol sensible, marque Gallois, correspond à $2^{cm^3},5$ NaOH $\frac{N}{1}$ pour 100^{cm^3} de milieu, c'est-à-dire se trouve voisine de celle des milieux habituels. Dans ces conditions la composition du milieu, c'est-à-dire la question de *nutrition*, paraît seule intervenir.

II. Le milieu gélose-gélatine minéralisé, que nous appellerons par abréviation milieu PV, impose à la bactéridie des *modifications morphologiques* importantes. Le premier ensemencement à partir de cultures sur gélose peptonée, très jeunes pour réduire au minimum la présence des spores, ne donne lieu qu'à un développemement extrêmement faible pendant les deux premiers jours. Dès le troisième jour la culture débute nettement pour devenir abondante et envahir en 48 heures toute la surface nutritive d'une épaisse couche crémeuse, blanc grisâtre. On ne note pas la présence de formes d'involution, mais de nombreux bacilles au lieu d'être rectilignes sont incurvés, diversement repliés, la sporulation est relativement peu abondante. Dès un premier repiquage sur milieu PV, l'apparition des colonies a lieu avec un seul jour de retard, mêmes caractères après 4 jours que précédemment, la proportion des spores a encore nettement diminué. Le troisième passage sur PV marque *une adaptation définitive au milieu*, développement rapide, abondant, prédominance des filaments mycéliens, longs, flexueux, entremêlés, à articles courts, spores rares. Au quatrième passage, l'aspect est celui d'un mycélium de moisissure. Les spores ont presque totalement disparu, à peine 1 ou 2 par champ du microscope. Ces caractères persistent désormais, indépendamment du nombre des repiquages.

(1) L'Agar-Agar employé contenait pour 100 : $1^g,055$ de CaO et $0^g,0099$ de P.

L'atténuation de la virulence suit le progrès de l'évolution morphologique. Elle a été étudiée par inoculation sous-cutanée, au cobaye, de chaque repiquage sur PV. Les deux premiers passages tuent le cobaye dans les délais normaux, 36 à 40 heures, avec les symptômes et lésions classiques. Au troisième passage, la résistance augmente très nettement, 5 sujets succombent seulement après 60 et 70 heures, 5 autres au bout de 80 à 85 heures. A l'autopsie on retrouve les lésions habituelles, mais nettement moins accentuées. Dans le sang l'agglutination des hématies est incomplète, on note après passage (pour conservation), à la chambre froide, des cadavres, la cristallisation partielle de l'hémoglobine, en gros cristaux libres dans le sérum et en microcristaux étoilés à la périphérie du stroma de nombreux globules rouges.

Le quatrième passage n'a tué aucun des dix cobayes inoculés. Les repiquages suivants n'ont paru provoquer aucune réaction bien nette.

III. Tous les efforts faits, en dehors du passage par les animaux d'expérience, pour rendre sa nocivité à la bactéridie atténuée par cinq et six passages sur milieu PV, ont été négatifs. Les ensemencements sur gélose peptonée notamment redonnent sans doute du premier coup les formes normales sporulées, mais la virulence ne reparaît pas, même après une série de huit repiquages, comme cela est la règle d'ailleurs.

Bien que le cobaye soit peu indiqué pour les expériences de vaccination anticharbonneuse, nous avons, sur les conseils de M. le professeur Achard, éprouvé vis-à-vis de cultures virulentes les sujets ayant résisté aux inoculations successives de charbon atténué ; tous ont succombé dans des délais variables, mais toujours nettement supérieurs à 40 heures.

Conclusion. — On peut donc obtenir par simple modification de la nutrition une atténuation rapide et complète de la virulence de la bactéridie charbonneuse, jusqu'à en faire une bactéridie saprophyte.

L'atténuation de la spore suit celle de la bactéridie dont elle provient. La *spore* ou *graine fixe* la *virulence* du *mycélium*.

Il semblerait dès lors possible de concevoir la préparation de vaccins mixtes, mélange de formes bacillaires et de spores.

La très grande misère du Laboratoire des Halles nous a empêché d'effectuer et de poursuivre ces recherches sur d'autres espèces animales plus favorables.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Transmission de la fièvre exanthématique de Marseille par la tique méridionale du Chien* (Rhipicephalus sanguineus.) Note de M. E. **Brumpt**.

Il existe, dans plusieurs pays baignés par la Méditerranée ainsi qu'au Portugal, une maladie, apparaissant généralement pendant la saison chaude, dont l'individualité a été établie en Tunisie par Conor et Bruch (1910) qui lui ont donné le nom de fièvre boutonneuse. Cette même infection, parfois confondue avec le typhus exanthématique bénin, a été étudiée par Carducci (1920) en Italie et, depuis 1925, par Olmer dans la région marseillaise.

Les malades atteints de fièvre exanthématique vivent souvent au contact de chiens couverts de tiques et présentent parfois sur leur corps une escarre, la tâche noire de J. Pieri, qui se développe au point où une tique a été arrachée quelques jours plus tôt par le malade; aussi divers auteurs (Olmer, Raybaud, Godlewski, Beros et Balozet) ont pensé au rôle étiologique que pouvaient jouer les tiques du chien. Cette hypothèse a été démontrée exacte par Durand et Conseil (1930) qui ont réussi à donner, à Tunis, la maladie à l'homme, dans deux cas sur deux, par inoculation sous-cutanée du broyage de 15 *Rhipicephalus sanguineus* (5 mâles, 3 femelles gorgées de sang et 7 nymphes) récoltés sur un chien dont le sang, inoculé à deux sujets, s'était montré non infectieux.

L'espèce de tique utilisée par Durand et Conseil étant très facile à élever expérimentalement et à expédier au loin, il était intéressant de savoir si la fièvre exanthématique, bénigne et non contagieuse, qu'elle transmet, pourrait être utilisée en pyrétothérapie au même titre que le paludisme et les fièvres récurrentes provoquées. Je fis part de cette opinion à mon collègue Henri Claude qui voulut bien faciliter mes études et auquel je tiens à exprimer mes bien sincères remercîments.

D'autre part, en se plaçant au point de vue épidémiologique, il était important de savoir si la fièvre exanthématique était due à l'inoculation fortuite d'un germe symbiote des tiques ou si ces dernières puisaient leur infection sur quelque mammifère ou oiseau, réservoir de virus. Deux expériences furent instituées pour établir ces points.

Un premier sujet, D., inoculé sous la peau, le 17 octobre 1930, avec le produit de broyage de 110 *Rhipicephalus sanguineus* adultes mâles et femelles appartenant à une deuxième génération (1074 XI) éclose en

août 1930, provenant d'adultes d'origine marocaine récoltés à mon intention, sur le chien par H. Velu en juin 1929 et élevée sur des hérissons, n'a présenté ni réaction locale, ni infection. Cette expérience permet d'admettre que le virus de la fièvre exanthématique ne provient pas d'un parasite constant des tiques. Le sujet inoculé n'était d'ailleurs pas immun, puisque, injecté par le Dr Costes avec le sang du sujet suivant, il s'est infecté le 10e jour.

Un second sujet, M., inoculé également le 17 octobre 1930, sous la peau, avec le produit de broyage de 100 *Rhipicephalus sanguineus* adultes mâles et femelles (1149 XI) provenant de l'éclosion de nymphes récoltées par moi à la fourrière de Marseille, où le Dr Heckenroth avait bien voulu me conduire, sur des chiens, sur les parois des murs et sur des toiles d'araignées, le 23 août 1930, eut, après une incubation de 5 jours, une fièvre exanthématique typique d'une durée de 12 jours, accompagnée de l'éruption caractéristique ayant débuté le 4e jour de fièvre et persistant après la chute de la température.

Ce cas positif présente un intérêt d'autant plus grand qu'il a été produit par des tiques adultes à jeun, conservées à la température du laboratoire, provenant de nymphes récoltées 56 jours plus tôt. Le virus peut donc passer de la nymphe à l'adulte et conserver ses propriétés dans le milieu extérieur même à une température assez basse, puisque, pendant un mois avant l'inoculation, les tiques vivaient à 14-16° C. Les rhipicéphales adultes doivent d'ailleurs conserver leur pouvoir infectieux durant l'hiver, car ceux qui éclosent en septembre attendent le printemps pour se fixer sur un hôte favorable. Le même phénomène s'observe chez les nymphes à jeun provenant de larves tombées après gorgement à la fin de septembre ou au début d'octobre. Les exceptions à cette règle sont rares. Je signalerai cependant que Pringault et Vigne ont récolté cette espèce de tique à l'état adulte sur une femme et sur l'encolure d'un cheval, à Marseille, en décembre 1920 et en janvier 1921, fait qui explique les cas, très rares d'ailleurs, de fièvre exanthématique signalés en hiver.

Puisque les expériences de Durand et Conseil et celles relatées dans ce travail démontrent le rôle pathogène des *R. sanguineus* et que l'une de mes expériences montre que le virus pathogène n'est pas dû à l'inoculation d'un germe banal de cet acarien, il reste à chercher quel est le réservoir de virus dans la nature. Comme cette tique a été rencontrée sur 37 hôtes différents, dont 34 mammifères, y compris l'homme, deux oiseaux et une tortue et puisque, d'après mes expériences, elle se fixe de plus sur le rat, la souris, le mulot, le lérot et sur la poule, on voit que beaucoup de recherches restent

à entreprendre pour élucider ce point. L'homme ne peut jouer aucun rôle dans la conservation du virus car les tiques, aux divers stades de leur évolution, qui se fixent sur lui sont arrachées avant d'avoir pu se gorger de sang. L'être le plus suspect, au point de vue épidémiologique, est le chien, soupçonné déjà par divers auteurs, mais, après lui on doit penser aussi à divers animaux domestiques et sauvages, chat, lapin, oiseaux de basse-cour, rongeurs ou insectivores fréquentant l'habitation humaine ou ses dépendances.

Le *R. sanguineus* est-il la seule tique capable de transmettre la fièvre exanthématique? La fréquence saisonnière identique de cette espèce de tique et de l'infection semble soutenir cette hypothèse. Il est, en effet, bien probable que les *Ixodes ricinus* qui ont été incriminées par Olmer et par Godlewski étaient des tiques mal déterminées appartenant en réalité à l'espèce *R. sanguineus*. L'*Ixodes ricinus* est d'ailleurs une tique rare sur le chien qui, en France, est habituellement infesté, dans le midi, par *R. sanguineus* et *Dermacentor reticulatus*, et, dans le Nord, par cette dernière espèce et par *Ixodes hexagonus*.

La lutte contre les tiques transmettant la fièvre exanthématique pourra s'effectuer par un procédé chimique, en baignant les chiens dans des solutions arsenicales et ixodicides et par un moyen biologique en utilisant un hyménoptère parasite l'*Ixodiphagus caucurtei*.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L'intradermo-malléination seconde chez le cheval morveux*. Note (¹) de M. **J. Verge**, présentée par M. E. Leclainche.

La double intradermo-réaction a été appliquée, avec plus ou moins de succès, au diagnostic des tuberculoses bovine, porcine et canine, de l'entérite chronique hypertrophiante et de l'avortement épizootique des bovidés. Nous avons essayé d'adapter la méthode à la recherche de la morve équine, en utilisant tour à tour comme réactif soit la malléine, soit la whitmorine ou mélioïdine (²).

Il convient d'opérer de la façon suivante :

Le premier jour, raser un carré de peau sur le milieu de l'une des faces de l'encolure — à égale distance du bord supérieur et de la gouttière jugu-

(¹) Séance du 3 novembre 1930.

(²) La whitmorine, ou mélioïdine, est un extrait, en milieu glycériné, d'un bacille paramorveux : *Bacillus whitmori*.

laire. — Injecter dans le derme, au centre de l'aire rasée, $0^{cm^3},1$ de malléine (ou de whitmorine) brute.

Le troisième jour, apprécier l'épaississement de la peau et l'œdème, en même temps que la température et la sensibilité locales. Inoculer alors, *au même point du derme*, $0^{cm^3},1$ du réactif précédemment utilisé.

Le quatrième jour, noter à nouveau l'état des téguments.

Voici les réactions que nous avons enregistrées sur un cheval authentiquement morveux, malgré l'absence de signes cliniques :

1° *Réaction à la malléine*. — L'injection première ou sensibilisante déclenche un œdème local très accusé, des dimensions de la paume de la main, avec douleur et chaleur manifestes et traînées lymphatiques se dirigeant vers le ganglion préscapulaire.

L'injection seconde suscite une réaction moins violente : œdème plus nettement circonscrit, sensibilité moins vive et inflammation lymphatique moins étendue.

2° *Réaction à la whitmorine*. — Vers la cinquième heure qui suit l'inoculation sensibilisante, on assiste au développement d'une tuméfaction étendue, chaude, douloureuse, avec engorgement lymphatique débordant le point d'injection, le tout persistant jusqu'à la trente-sixième heure.

L'inoculation seconde provoque une réaction beaucoup moins marquée que la précédente.

De cet ensemble de faits, il nous semble permis de tirer la double conclusion suivante :

1° L'intradermo-malléination seconde ne donne point, chez le cheval morveux, de résultats meilleurs que le test simple et ne paraît pas, en conséquence, devoir être recommandée.

2° La whitmorine déclenche une réaction intradermique comparable à celle que provoque la malléine. Cela nous permet d'insister, une fois de plus sur le rapprochement qu'il y a lieu d'établir entre les deux infections : morve et mélioïdose.

M. **Marcel Baudouin** adresse une Note intitulée *Les Oursins fossiles travaillés par l'Homme préhistorique*.

A 15h55m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h20m.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 NOVEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

LITHOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les tectites de l'Indochine.* Note (¹) de M. **A. Lacroix**.

Lorsque, l'an dernier, j'ai annoncé la découverte de tectites au Cambodge (²), j'avais l'intention de profiter de ma mission aux Indes néerlandaises pour aller visiter à nouveau le sud de l'Indochine et explorer le gisement dont j'avais étudié des échantillons. Malheureusement, quand je suis arrivé en Malaisie, près du terme de mon voyage, la saison des pluies battait son plein au Cambodge et j'ai dû renoncer à ce projet. Mais plusieurs personnes en Indochine, et en particulier M. le Résident supérieur Lavit, auxquelles j'avais envoyé une instruction détaillée sur les observations à faire pour la recherche des tectites et l'étude éventuelle de leurs gisements, ont bien voulu s'intéresser à la question et me procurer l'abondante documentation qui fait l'objet de cette nouvelle Note.

Le gisement original (Schmach, à 30^{km} nord-ouest de Chéom Khsam) est situé dans la province de Siem Réap (Angkor), au nord-est de cette ville, au pied de la chaîne de Dangrêk, et près de la frontière nord du *Cambodge* et du Siam. Un nouveau gisement, non moins riche (M. Courtois), qui paraît se trouver dans le voisinage du précédent, est Damnak-Rolous-Trach, sur l'O-Laâck (7^{km} nord-est de Paong, village situé à 24^{km} au nord de Samrong).

J'ai reçu de nombreux échantillons d'autres gisements espacés au sud de la même frontière, du nord-est à l'ouest-nord-ouest de Siem Réap; les uns sont en pleine forêt,

---

(¹) Séance du 10 novembre 1930.

(²) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 117 et 284.

les autres dans le lit de ruisseaux. Je citerai le ruisseau Aur-Roum-Hak, à 8^{km} nord de Kdol, près Phnom Bak (110^{km} nord Siem Réap); Prey-O-Chrup Khsann, dans le Khum de Varin (8^{km} est de Svaï-Sar); la forêt de Prey-Chrok Bal Rolus, dans le Khand de Chong-Kal (territoire de Dong Sok, à 10^{km} nord-est de Chong-Kal; O-Kantuy-Chuon, à une lieue de Donsok (Khand de Kra-Lanh, 450^{km} nord-ouest de Siem Réap).

Je dois à M. Bourret de nombreux échantillons recueillis dans la province de Kompong Thom, à sa limite avec celle de Siem Réap (dans deux carrières distantes de 4^{km} et situées à environ 12^{km} de la route reliant ces deux localités).

Enfin, il faut citer, dans le sud du Cambodge, au sud-ouest de Phnom-Penh, dans la province de Kompong Speu, un gisement situé à 4^{km} est de cette dernière localité, près Chambok et un autre, à 8^{km} de Pum Lovéa (à 200^{m} de la rive gauche du Stung Cha).

Dans la partie occidentale du Cambodge (province de Battambang), sur le bord de la frontière occidentale du Siam, se trouve le célèbre gisement de saphir de Pailing que j'ai eu l'occasion de visiter. Le saphir et le zircon rouge orangé y sont recueillis dans des alluvions formées aux dépens de tufs basaltiques: ils sont accompagnés de ferropicotite. Le corindon et le zircon existent également dans les alluvions (non volcaniques) (¹) de beaucoup d'autres rivières du protectorat; ils sont taillés par des lapidaires indigènes, de même que la ferropicotite; bien que cette dernière soit noire et opaque. C'est certainement par confusion avec cette gemme très dure, très dense et très réfringente, qu'ils taillent parfois (²) aussi les tectites également noires, bien que ces roches n'aient pas l'éclat d'une gemme et possèdent des propriétés optiques comparables seulement à celles du verre à bouteille.

Tous les gisements qui viennent d'être énumérés sont situés à l'ouest du Mékong; il en existe d'autres à l'est du grand fleuve, mais je suis moins abondamment documenté sur eux.

Du *Laos*, le colonel Mailles m'a envoyé des échantillons provenant de deux gisements au nord-ouest du Boloven, non loin de la limite des provinces de Saravane et de Savannakhek. L'un se trouve dans la vallée de la H. Suck, en amont de B. Dan Nalao, l'autre dans la haute vallée de la Sé-Bang-Nouan. Je dois, d'autre part, à M. Fendler une tectite de 213^{g}, fragment d'un bloc qui devait avoir des dimensions au moins doubles, et qui a été trouvé dans la plaine d'Attopeu.

Au cours de travaux de terrassement effectués à Yen Bay (*Tonkin*), le même cor-

---

(¹) Ce corindon et ce zircon, comme ceux du Velay, se rencontrant dans les mêmes conditions, ne sont pas originaires du magma basaltique : ils proviennent de la désagrégation de roches granitiques ou gneissiques. Ils ont subi un long transport et leurs cristaux sont toujours roulés et brisés.

(²) J'en ai eu la preuve en examinant les résidus de taille d'un lapidaire de Phnom Penh, parmi lesquels se trouvaient, incomplètement taillés : ferropicotite, tectite, corindon de diverses couleurs et petits zircons complètement incolores qui, après une taille plus complète, ressemblent étonnamment au diamant.

respondant a rencontré une galette hémisphérique ($12^{cm} \times 3^{cm},5$) d'un verre noir dont la surface était creusée des cavités caractéristiques des tectites indochinoises.

De l'*Annam*, j'ai examiné des échantillons, recueillis par M. Poilane, à mi-chemin entre Kontum et Dak Tô, distants d'environ 54^{km}, puis à 800^{m}, à l'est de la garderie de Bèn Trai Lat, située sur le Sông Con, affluent du Sông Ca (parallèle de Van Phan, au nord de Vinh), ce qui explique qu'un échantillon pesant près de 1^{kg} ait été vu entre les mains d'un habitant de cette dernière ville (¹).

Enfin, à la suite de la publication de ma première Note, M. L. de Launay m'a remis des échantillons, semblables aux précédents, qui lui avaient été envoyés jadis (par M. E. Simonin) du *Kouang-Tchéou-wan*, territoire cédé à bail par la Chine, situé au nord-est du Tonkin, vis-à-vis de l'île Hainan.

Cette longue énumération montre l'extrême dissémination des tectites en Indochine, sur environ 1300^{km} dans la direction N-S. Il est permis de supposer que l'attention étant appelée sur cette question, le nombre des gisements à étudier va augmenter rapidement.

En Indochine, les tectites se trouvent partout dans des conditions identiques, que j'ai spécifiées antérieurement. On les recueille souvent à la surface du sol, mélangées à des cailloux roulés de quartz et des grains de limonite (Bien-Hoa). Elles peuvent être alors elles-mêmes usées et arrondies par le frottement et, dans ce cas, elles ne portent que de petites cavités de corrosion. Ce mode de gisement secondaire résulte du remaniement des alluvions sous-jacentes, où les tectites sont en place, portant de larges et profondes corrosions qui ont fait disparaître toute trace d'usure. Ces alluvions sont constituées, les unes par un sable argileux très fin, jaunâtre, les autres par des grains de quartz plus ou moins gros.

Je ne reviendrai pas sur la morphologie de ces tectites; elle rentre dans le cadre général que j'ai exposé déjà. Je me contenterai de noter l'identité complète d'aspect de tous les échantillons provenant des gisements cambodgiens. Il existe parfois dans ceux des autres parties de l'Indochine de petites différences résultant de la prédominance, dans un gisement déterminé, de quelques-unes seulement des particularités de forme ou de corrosion précitées, mais il n'est pas possible d'en tirer des conclusions définitives, le nombre d'échantillons étudiés provenant de ces localités étant infime par rapport à celui (plusieurs milliers) des tectites du Cambodge que j'ai examinées.

Il est plus important d'insister sur la constance de la composition chi-

(¹) Je ne fais pas état d'un gisement qui aurait été trouvé dans le sud de l'Annam, mais dont je n'ai pas vu d'échantillon.

mique. J'ai fait faire (par M. Raoult) deux nouvelles analyses d'échantillons, originaires de gisements fort distants les uns des autres.

a. Schmach (Cambodge) (analyse antérieure rectifiée pour les alcalis).. (I)II.3.5'.3
b. Attopeu (Laos)........ (I)II.3.3.3
c. Kouang-Tchéou-wan........ (I)II.3.3'.3

	a.	*b.*	*c.*
SiO^2	72,08	70,40	70,58
Al^2O^3	13,21	13,65	13,23
Fe^2O^3	0,37	0,17	0,10
FeO	4,47	5,13	5,08
MgO	1,92	1,94	1,92
CaO	2,42	3,00	3,92
Na^2O	1,60	1,57	1,43
K^2O	2,80	2,72	2,59
TiO^2	0,78	1,03	0,99
$H^2O(+)$	0,13	»	0,20
$H^2O(-)$	0,13	0,16	»
MnO	0,13	0,15	0,13
	100,15	99,92	100,17
SiO^2 libre %	39,0	38,1	37,4
Al^2O^3 libre %	2,5	2,6	0,8
$\frac{Or}{Pl.}$	0,5	0,6	0,5
An % du plagioclase	40	53	61
Σ_b	13,7	14,7	14,8
Densité	2,422	2,440	2,445
N(Na) (1)	1,5063	1,5120	1,5146

En ce qui concerne l'origine de ces tectites, l'hypothèse d'un verre artificiel doit être éliminée sans discussion. L'hypothèse volcanique ne peut pas être davantage acceptée; les alluvions qui les renferment recouvrent, en Indochine, les formations les plus diverses et si, dans quelques gisements du Cambodge et du Laos, il existe, à des distances plus ou moins éloignées, des formations volcaniques, celles-ci sont exclusivement basaltiques et l'on ne peut trouver nulle part d'argument géologique permettant de défendre l'hypothèse d'éruptions d'un magma acide récent.

Une observation importante, sur quoi je veux appuyer, ne permet pas davantage de songer à l'hypothèse d'une genèse sur place, par exemple sous forme d'un sol complètement déshydraté, résultant de la décompo-

(1) Lorsque j'ai discuté les relations de la densité, de la réfringence et de la composition des tectites, une Note de M. C.-E. Tilley sur la même question (*Min. Magaz.*, 19, 1922, p. 276) m'a échappé.

sition des roches ambiantes. Tous les échantillons examinés ont été recueillis dans un milieu formé essentiellement de grains de quartz; dans aucun cas, les tectites ne renferment d'inclusions de ce minéral et, à lui seul, ce fait exclut la possibilité d'une formation *in situ*, par un mécanisme quelconque. Beaucoup de ces échantillons supportent des concrétions discontinues de limonite, semblables à celles existant à l'état libre dans les mêmes alluvions; or, les unes et les autres, nées incontestablement sur place, englobent une grande quantité de grains quartzeux. La présence de ces concrétions montre, en outre, que la mise en place des tectites est antérieure à la latérisation, et celle-ci ne semble pas avoir eu prise sur elles. La latéritisation est un mode de décomposition par élimination plus ou moins complète de certains des éléments (silice, alcalis, chaux, magnésie) des roches silicatées, et maintien sur place des autres éléments (fer, alumine, titane). Les corrosions superficielles des tectites sont d'un autre ordre; elles sont comparables à une dissolution totale, telle que celle, par exemple, subie par des fragments de calcaire englobés dans une argile. Certaines de ces tectites du Cambodge sont réduites à des lames translucides, ayant sur les bords la minceur d'une feuille de papier, ce qui implique bien une corrosion sur place, et exclut tout transport postérieur.

La seule hypothèse génétique qui ne se heurte pas à une impossibilité est donc celle de l'origine cosmique, mais on ne peut l'appuyer sur aucune observation directe; depuis qu'on observe des chutes de météorites, nul n'a vu tomber de tectites. De même que ceux qui m'ont précédé, je n'arrive donc à cette hypothèse que faute d'une meilleure, et je dois reconnaître, en outre, que les tectites indochinoises ne présentent pas ce type de corrosion que M. Franz Suess attribue au frottement subi au cours de leur traversée rapide de l'atmosphère terrestre; s'il a existé, il a disparu sous l'influence d'intenses corrosions chimiques. Je réserve les arguments qui pourraient être tirés de la forme de certaines des tectites que j'ai en mains.

Admettons donc, pour l'instant, que les tectites sont des météorites. L'étendue de la surface terrestre, où elles se rencontrent en Extrême-Orient s'approche de celle constatée en Australie [1] pour ce qui a été appelé aus-

---

[1] Sir T. W. Edgeworth David, H. S. Summers et G. A. Ampt, étudiant les tectites (verre de Darwin) de Tasmanie, ont fait remarquer (*Proceed. Roy. Soc. Victoria*, 39, part 2, 167, 1927) que tous les gisements australiens, ceux des Indes néerlandaises et de Moravie — on peut y ajouter ceux décrits dans cette Note — se trouvent situés à 10° environ de part et d'autre d'un même grand cercle terrestre.

tralites. Elle est comprise approximativement entre le 21e de latitude nord et le 7e de latitude sud, si l'on y comprend les gisements de Malaisie, de l'île Billinton et du nord de Java, prolongeant vers le sud la surface indochinoise; entre le 103e et le 121e de longitude ouest, en y comprenant les gisements de l'île Bunganan, de Bornéo et celui qui vient d'être signalé à Manille [1]. Une grande partie de cette vaste surface est occupée par la mer et échappe par suite aux observations : il sera intéressant de déterminer plus exactement la densité des gisements situés en Indochine; elle est particulièrement élevée au Cambodge, mais il est fort possible que cela soit dû seulement à ce que les recherches y ont été poursuivies avec plus de soin et plus de zèle qu'ailleurs. Ces recherches, d'ailleurs, ne sont ni faciles ni même toujours possibles dans ce pays tropical, couvert d'une luxuriante végétation et parfois de forêts à peine pénétrées.

Tous ces gisements se trouvent dans des alluvions, c'est-à-dire dans des vallées; il est facile de voir pourquoi. Dans la distribution des pierres d'une chute de météorites, la topographie terrestre ne joue aucun rôle : celles qui ont pu tomber sur les parties accidentées du relief n'ont pas dû s'y maintenir; en raison du climat tropical et de leurs petites dimensions, elles ont dû être rapidement entraînées par le ruissellement superficiel, puis charriées par les cours d'eau. Les gisements alluvionnaires constatés ne sont donc certainement pas tous d'origine primaire. Il serait intéressant, à ce point de vue, là où il est possible d'étudier des coupes verticales d'alluvions suffisamment épaisses, de chercher si les tectites y sont localisées à un niveau uniforme, auquel cas le gisement pourrait être primaire, ou bien, si elles n'ont pas plutôt une grande distribution suivant une verticale, ce qui correspondrait à des époques différentes de transport, postérieur à la chute. Je n'ai pu obtenir de précision sur cette question qui reste en suspens. Je sais seulement que les échantillons ont été recueillis au voisinage de la surface (entre $0^m,05$ et $0^m,5$ de celle-ci, suivant les points considérés, et dans un seul cas (à Attopeu) à 1^m de profondeur). Il semble donc permis de penser que leur mise en place n'est pas très ancienne; elle date, au plus, du Pléistocène, mais ceci n'est qu'une hypothèse, tandis qu'une observation que vient de me communiquer M. H. Par-

---

(1) On me signale une Note (*Meteorites in the Philippines*) insérée par le P. Selga dans une publication de l'Observatoire de Manila (tome I, n° 9, 1930) qui n'est pas encore parvenue à Paris. Le gisement se trouverait dans la province de Rizal et le verre noir, que l'on y aurait trouvé, aurait été décrit sous le nom de rizalite.

mentier, chef du Service archéologique de l'École française d'Extrême-Orient, fournit une indication sur un âge minimum certain. Me parlant de ses fouilles, il m'écrit :

A Chom Khsàn, au pied des Dangrêk [c'est-à-dire dans la région dont il a été question plus haut], mes coolies m'ont sorti [au cours d'une fouille] une pierre qui, sans doute, fit partie du dépôt sacré enterré au centre sous le piédestal de l'idole et qui nous a valu le renversement général de celles-ci. Ils y mettaient souvent ce qui leur paraissait précieux, comme de gros cristaux de quartz blanc; ici ce fut, rejeté par les pillards, pour qui il n'avait pas de valeur marchande, un beau bloc de tectite éclaté dans un côté, ce qui montre sa texture vitreuse (200^g environ).

Les archéologues sont d'accord aujourd'hui pour admettre que l'âge des monuments khmèr est compris entre le VIIe et le XIVe siècle de notre ère.

Ce bloc a été considéré par les constructeurs du monument comme une chose rare, précieuse; il ne provenait donc pas d'une chute récente, mais d'un des gisements en place étudiés plus haut et ceux-ci sont par suite nécessairement plus anciens que la période historique précitée; je n'ai pas de précision sur l'âge exact du monument exploré, mais il est vraisemblable qu'il se rapporte au début ou au milieu de la période en question plutôt qu'à sa fin.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les unités magnétiques pratiques.* Note de M. **André Blondel**.

En principe, il est très désirable de ne pas introduire un grand nombre d'unités nouvelles, car l'expérience démontre que leur multiplication, loin de favoriser la clarté, complique l'enseignement et donne lieu à des confusions.

En particulier, il n'y a aucune nécessité de donner des noms spéciaux à des unités secondaires dérivées des unités fondamentales au moyen d'une simple division ou multiplication par une grandeur métrique (longueur, volume, surface); par exemple on n'a pas créé de nom d'unité pour la densité de courant.

Il est désirable d'utiliser un système pratique, destiné spécialement aux applications et comprenant toutes les unités nécessaires empruntées au système Q. E. S. (10^9 cm — 10^{-11} g. 3) de Maxwell, qui a été créé uniquement dans ce but.

Nous ne savons pas actuellement si le système C. G. S. qui, à l'époque où il a été créé, représentait la meilleure solution, n'est pas appelé

à être remplacé plus tard par un système théoriquement meilleur. Un tel danger n'est pas à craindre pour le système Q.E.S. adopté par le grand public et dont le seul intérêt est un intérêt pratique, car il répond convenablement aux besoins de l'industrie; on emploie déjà dans ce système l'ampère, le volt, l'ohm, le coulomb, le watt, le joule ou l'henry.

De ces considérations il découle que l'on devrait n'avoir, même au point de vue du magnétisme, qu'un système pratique homogène et cohérent d'unités qui serait le système de Maxwell, utilisant seul des noms d'*hommes*. Les unités C. G. S. d'après les conventions faites au moment de la création de ce système ne doivent recevoir que des noms tirés des langues mortes.

L'idée de former des combinaisons nouvelles entre les unités existantes pour substituer le mètre ou le centimètre ou quadrant comme unité de longueur a été mise en avant par plusieurs auteurs, MM. Georgi, Bennett, Kennelly, Brylinski. Elle conduirait à de nouvelles difficultés. D'ailleurs, Maxwell qui, le premier, a indiqué que l'unité de longueur du système Q. E. S. est le quadrant, n'en a pas été gêné en quoi que ce soit pour proposer de compléter ce système par des unités magnétiques cohérentes. D'autre part, les électriciens d'outre-Atlantique ont adopté implicitement le point de vue de Maxwell, quand ils ont fait adopter par le Congrès de Chicago (1894) une unité pratique d'*inductance*, le *henry* (égale à 10^9 C. G. S.), qui est bel et bien une unité *magnétique*. Et c'est justement pour souligner ce caractère qu'on en a remplacé le nom primitif de « quadrant » par un nom d'homme.

Remarquons de plus que l'expression théorique de l'inductance d'une bobine toroïdale est

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{4\pi n^2}{R} = 4\pi n^2 \frac{\mu S}{l}$$

en appelant S la surface d'une spire, l la longueur moyenne d'une ligne de force, Φ le flux, R la réluctance, μ la perméabilité, $\mu \frac{l}{S}$ est la *perméance*. On a donc admis, *par le fait même* de la définition du henry, une unité pratique de perméance égale à 10^9 unités C. G. S. de perméance; il y a ainsi, depuis 1894, force de *chose jugée* en faveur de l'application du système Q. E. S. aux unités *magnétiques*.

En outre la relation $\Phi = LI$ impose une unité de flux égale au produit henry-ampère, donc à 10^8 unités C. G. S. de flux.

Ce fait capital paraît avoir échappé aux Ingénieurs électriciens qui proposent actuellement de donner des noms d'hommes à trois unités magné-

tiques du système C. G. S. : le gilbert pour la force magnétomotrice, le maxwell pour le flux et le gauss pour l'induction magnétique (cette dernière unité égale en Maxwell par centimètre carré fait donc double emploi avec l'unité de flux comme on l'a dit plus haut en 1°.

On construirait ainsi un système *pratique* nouveau et incohérent, empruntant une partie de ses éléments au système Q. E. S. y compris l'inductance, et une autre au système C. G. S.

Ce qui est plus fort c'est que l'unité de *perméance* du nouveau système le «maxwell par gilbert n'étant pas du même système que l'unité *d'inductance*, l'inductance dans l'air d'une bobine de 1 spire serait, dans ce système incohérent, égale à 10^9 fois la perméance de son circuit magnétique, au lieu de 1 dans tout système homogène d'unités, le rapport inductance à perméance n'étant qu'un nombre; on arriverait ainsi à une véritable absurdité. En outre, les équations qui définissent la force magnétique et la force électromotrice induite exigeraient l'introduction de facteurs étrangers, puissance de 10 :

$$F = 4\pi n I . 10^1 \qquad E = -\frac{d\Phi}{dt} 10^{-8}.$$

Elles ne sont donc pas les mêmes qu'en physique où l'on emploie les unités C. G. S. Pour échapper à cette conséquence, on propose de créer un préfixe *pra* (abréviation de *pratique*) signifiant à volonté 10 ou 10^8, pour donner aux unités correspondantes du système Q. E. S. les noms de pragilbert, pragauss, pramaxwell. Mais il y a là contradiction, car le gilbert, le gauss et le maxwell étant imposés comme *pratiques*, sont, *ipso facto*, eux-mêmes des pragilbert, pragauss, etc.

Et si l'on désire de nouveaux préfixes, mieux vaut en créer qui aient un sens fixe, par exemple *sub* ou *octi* pour 10^{-8}, *hyper* pour 10^9, *hypo* pour 10^{-9}, et attribuer les noms de Gilbert, de Maxwell aux unités Q. E. S.; dont on déduirait pour le système C. G. S. le décagilbert et le submaxwell; l'unité C. G. S. d'inductance serait de même un hypo-henry (1).

J'ai démontré ailleurs (2) que le quadrant comme unité de longueur du système Q. E. S. ne gêne pas plus les électriciens que l'unité de masse 10^{-11} ou l'unité de temps la seconde; car ils ont pris l'habitude de créer pour les

(1) D'ailleurs un préfixe *hypo* s'impose pour désigner le millième de microfarad devenu unité courante en Radiotélégraphie : l'*hypofarad* éviterait bien des erreurs de copie.

(2) *Revue générale de l'Électricité*, 28, 11 octobre 1930, p. 565.

unités *dérivées* des unités auxiliaires rapportées au centimètre, au gramme, et à l'heure (ampère par centimètre carré, volt par centimètre, watt-heure, watt-heure par kilogramme, ohm-cm, ohm par kilomètre, etc.); il n'y a *aucun* motif pour opérer autrement quand il s'agit des unités magnétiques dérivées. Le tableau ci-dessous montre le parallélisme qu'on peut ainsi établir entre les unités électriques et magnétiques, et j'ai montré par des exemples numériques qu'il est d'un emploi très facile [1].

ÉLECTROCINÉTIQUE.

Grandeurs.	Unités.	Rapports aux Unités C. G. S.
Unités principales.		
Potentiel (ou force électromotrice)	Volt	10^{8}
Courant	Ampère	10^{-1}
Résistance	Ohm	10^{9}
Conductance	Mho	10^{-9}
Unités dérivées.		
Gradient de potentiel	Vol : cm	10^{8}
Densité de courant	Ampère : cm²	10^{-1}
Résistivité	Ohm-cm	10^{9}
Conductivité	Mho : cm	10^{-9}

MAGNÉTISME.

Grandeurs.	Unités.	Rapports aux Unités C. G. S.
Unités principales.		
Potentiel (ou force magnétomotrice)	Gilbert	10^{-1}
Flux	Maxwell	10^{8}
Inductance $\left(L=\frac{\Phi}{I}\right)$	Henry	10^{9}
Réluctance	Weber	10^{-9}
Perméance	Rebew.	10^{9}
Unités dérivées.		
Gradient ou intensité du champ magnétique	Gilbert : cm	10^{-1}
Induction	Max : cm²	10^{8}
Réluctivité	Web-cm	10^{-9}
Perméabilité	Rebew. : cm	10^{9}

---

(1) La réductivité du vide est 10^{9} weber-cm, de même que la résistivité pratique, corps ayant l'unité de résistivité dans le système C. G. S., est 10^{-9} ohm-cm.

Ce tableau ([1]) n'est que l'application pure et simple du système Q. E. S. de Maxwell. Est-ce trop demander à ceux qui désirent honorer ce grand génie en attribuant son nom à une unité, de respecter ses idées et la relation $\Phi = LI$?

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur une Communication de M. Raveau.* Note de M. **Georges Claude.**

J'ai le devoir de présenter quelques observations au sujet de la Communication de M. Raveau ([2]) sur la possibilité d'augmenter le rapport des tensions de vapeur, de l'eau chaude et de l'eau froide dans le procédé Claude-Boucherot.

J'avais remarqué depuis longtemps que la salure de l'eau diminue sa tension de vapeur mais comme ce fait frappe à la fois l'eau de surface et l'eau de fond, le rapport des pressions reste le même et il n'en résulte pour nos projets aucun inconvénient : Je n'étais pas allé au delà de cette remarque et l'intéressante possibilité signalée par M. Raveau m'avait échappé.

Mais j'ai reçu le 25 janvier 1930 de M. P. Gilly une communication me signalant très nettement la possibilité d'utiliser la différence des tensions de l'eau douce et de l'eau salée et me donnant même un exemple particulièrement intéressant d'application de ce fait au cas du Jourdain et de la mer Morte, dont la salure est, comme on sait, extraordinaire.

Trop occupé, je n'ai pu donner suite personnelle à l'intéressante idée de M. P. Gilly, mais je lui dois ce témoignage et je pourrai s'il le désire revenir sur le sujet.

ARCHÉOLOGIE. — *Découverte de l'acide borique dans le vernis des vases arétins.* Note ([3]) de M. **R. Nasini.**

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une Note sur une découverte, que j'ai faite avec le Dr R. Grassini; je la crois intéressante au point de

([1]) On n'y a pas fait figurer de « gauss », unité faisant double emploi avec le maxwell par cm^2; et d'ailleurs le gauss est déjà attribué par les géophysiciens à l'unité de champ.

([2]) *Sur l'utilisation des fleuves à leur embouchure* (*Comptes rendus*, 191, 1930, p. 472).

([3]) Séance du 10 novembre 1930.

vue de la céramique des anciens, des échanges commerciaux et de l'industrie des Romains du Ier siècle av. et du Ier siècle après J.-C. Mes recherches historiques sur l'antiquité des *lagoni* et des *soffioni* boraciques de la Toscane m'ont suggéré d'étudier le vernis des célèbres vases arétins. *Vase sigillata arretina* qui furent une des plus importantes et des plus belles manifestations artistiques des Romains de cette époque.

On avait toujours considéré comme mystérieuse la composition de ce magnifique vernis rouge corail, brillant, léger, qui avait fait faire tant d'hypothèses différentes et pour la reproduction duquel on avait fait tant d'expériences. M. Keller avait supposé, le premier, que l'acide borique entrait dans la composition de ce vernis, puisque les nombreux essais qu'il avait faits pour obtenir ce vernis ne donnaient de bons résultats, excellents même, disait-il, que si l'on employaiî du borax (1). Cette opinion n'était pas partagée par la généralité; et même ceux qui avaient eu l'occasion de voir ses essais n'étaient pas d'avis qu'il eût atteint la perfection des modèles anciens. Aussi ces conclusions ne furent pas adoptées. Néanmoins, l'opinion que l'acide borique entrait dans la composition de ce vernis se généralisa, par exemple dans l'excellente *Histoire de la Céramique grecque* de M. Pericle Ducati, il est affirmé que : « Dans les fabriques d'Arezzo on remarque en outre l'application sur la poterie d'un vernis transparent, incolore, composé de silicates, d'oxyde de fer et peut-être aussi de borax. » Cette affirmation cependant ne reposait pas sur des preuves, et les historiens de la chimie disaient que le borax n'était pas connu des Grecs et des Romains. Aussi me suis-je proposé de soumettre la question à un *experimentum crucis*, en analysant directement le vernis des vases arétins. Cela n'était pas facile puisque l'on devait disposer de quantités suffisantes de matériaux précieux, choisis parmi des fragments n'ayant pas d'importance artistique. La quantité en devait être importante, car le vernis constitue sur les vases une couche très mince et très difficile à détacher.

M. Alexandre del Vild, archéologue distingué qui a réussi avec succès à faire renaître à Arezzo cette glorieuse industrie céramique romaine, me vint en aide en me fournissant une bonne quantité de fragments provenant des officines de L[ucius?] Titi et de Thoisus et que l'on trouva dans des fouilles conduites par M. Del Vild dans une zone située sous les remparts

(1) *Die rothe römische Dopferwaare mit besonderen Rücksicht auf ihre Glasure. Eine kunstgewerbliche Skizze* von Dr Franz Keller. Rektor der Gewerbschule in Speyer. Heidelberg, 1876 (27 pages).

de la ville d'Arezzo, côté nord. Je m'associai alors M. Riccardo Grassini, et, avec lui, nous avons fait, dans son laboratoire privé de Florence, les analyses qui nous semblaient nécessaires. Des résultats soigneusement contrôlés nous autorisent à affirmer de la façon la plus certaine que l'acide borique se trouve dans ce vernis, non pas à l'état de traces occasionnelles, mais comme constituant du vernis. C'est, croyons-nous, la première fois que l'on constate la présence de l'acide borique dans des produits de cette époque. Il est d'autre part remarquable que l'on ne trouve pas d'acide borique dans le vernis des vases étrusco-campans. Sur la connaissance de l'acide borique de la part des Grecs et des Romains, nous n'avons que deux affirmations de M. Landerer, qui enseigna à l'Université et au Polytechnicum d'Athènes. Mais je ne crois pas que ses affirmations soient des conclusions d'analyses, ou que, pour le moins, elles reposent sur le résultat d'analyses publiées.

On ne sait, ou il est difficile de l'établir, si les Romains tiraient leur borax de l'Asie Mineure ou d'autres lieux d'Orient en le confondant avec d'autres produits, ou bien si, sans en connaître la nature, ils utilisaient le produit des *lagoni* de la Toscane.

Nous discuterons amplement toutes ces questions dans un long mémoire en préparation ; nous nous bornons pour le moment à faire connaître cette découverte et nous serions heureux si quelqu'un voulait nous aider dans ces recherches qui se présentent assez difficiles. Mais nous affirmons maintenant la nécessité d'études chimiques et physico-chimiques plus étendues sur les différents produits céramiques, métallurgiques et autres de l'antiquité. Ces études ont été jusqu'ici incomplètes et fragmentaires, tandis qu'elles pourraient nous éclairer sur un grand nombre de questions essentielles.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le Bureau, au nom de notre correspondant, M. **Raffaelo Nasini**, et du Prince **Ginori Conti**, membres de l'Académie dei Lincei, un superbe volume consacré à une monographie des soffioni et des lagoni de Toscane et de l'industrie de l'acide borique et des borates.

C'est une étude très complète et très intéressante, menée à bien par M. Nasini et ses élèves, qui ont considéré la question sous toutes ses faces,

aux points de vue historique, géologique, minéralogique, chimique, physico-chimique, industriel, et l'ont traitée avec toutes les ressources de la science moderne.

I Soffioni e i lagoni della Toscana e la industria boracifera. Roma, 1930, grand in-4°, 658 pages, avec figures. Cet Ouvrage, publié aux frais du prince Ginori Conti, n'est pas mis en vente.

NOMINATIONS.

M. V. **Volterra** est désigné pour représenter l'Académie aux cérémonies organisées par la Ville, l'Université et l'Académie de Bologne à l'occasion du deuxième centenaire de la mort de Luigi Ferdinando Marsili, les 29 et 30 novembre 1930.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **Ch. Lallemand**, **H. Le Chatelier** et **Paul Janet** sont réélus membres du *Conseil de la Fondation Loutreuil.*

M. **Charles Porcher** est élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Ulysse Gayon* décédé, par 36 suffrages contre 6 à M. *Henri Lagatu*, 2 à M. *Emile Terroine*, 1 à M. *Jean Feytaud*, 1 à M. *André Paillot*, 1 à M. *Edmond Sergent*.

PLIS CACHETÉS.

MM. **Robert Desoille** et **Maurice Delaville** demandent l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 11 février 1929 et enregistré sous le n° 10128.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Le métabolisme de base tel qu'il a été défini par Magnus-Lévy représente-t-il vraiment la dépense minima d'entretien de l'organisme?*

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Pacific Science Association. *Proceedings of the Fourth Pacific Science Congress.* Java, May-June, 1929. 5 volumes in-8°.

2° *La Mathématique des Jeux ou Récréations Mathématiques*, par M. Kraitchik. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

3° *L'observatoire de Genève*, 1772-1830-1930, par Raoul Gautier et Georges Tiercy.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'extension du théorème de Chasles à l'espace.* Note de M. **E. Halphen**, présentée par M. Hadamard.

La perspective d'une biquadratique gauche étant une quartique de genre *un*, nous commencerons par étudier les invariants projectifs d'une telle courbe Γ. Soient $D_1, \ldots, D_4$; $D'_1, \ldots, D'_4$ les tangentes à Γ menées par chacun des points doubles, et soient S, T; S' et T' les tangentes en ces points.

Un premier invariant est le rapport anharmonique commun

$$(D_1, D_2, D_3, D_4) = (D'_1, D'_2, D'_3, D'_4) = \rho.$$

Quatre autres invariants sont les rapports anharmoniques

$$X = (S, D_1, D_2, D_3), \qquad Y = (T, D_1, D_2, D_3) \qquad \text{et } X', Y' \text{ analogues.}$$

Comme la courbe Γ n'a que quatre invariants projectifs en tout, X, X', Y, Y' se réduisent à trois. En fait, une étude de la correspondance doublement quadratique montre qu'il existe une fonction φ telle que

$$\varphi(\rho, X, Y) = \varphi(\rho, X', Y') \text{ (}^1\text{)}.$$

(1) Cette quantité φ est vraisemblablement compliquée; c'est une fonction irrationnelle de ρ, X, Y, mais rationnelle de ρ, X, Y, X', Y'; mais il n'est pas nécessaire de l'expliciter pour établir son existence.

Cette quantité φ que nous appellerons *second invariant* de la courbe est symétrique par rapport aux deux points doubles. Ceci posé, et en définissant par une section plane le second invariant d'un cône du quatrième ordre à deux génératrices doubles, on a le résultat suivant :

THÉORÈME. — *Étant donnés, sur une surface du second ordre, une biquadratique gauche fixe* Σ *et un point* M, *le second invariant du cône de sommet* M *et de directrice* Σ *reste constant lorsque* M *se déplace sur la surface* [1].

Il suffit, par suite du rôle symétrique des deux points doubles, d'établir le résultat lorsque M se déplace sur une génératrice quelconque de la surface. Le fait est alors évident à cause de la fixité des plans projetant les droites S, T, $D_1, \ldots, D_4$, et, par conséquent, la constance de ρ, X et Y.

ALGÈBRE. — *Sur les propriétés asymptotiques de quelques polynomes.* Note [2] de M. **N. Achieser**.

1. Soit ε_n la meilleure approximation du polynome

$$F(x) = \sigma_0 x^n + \sigma_1 x^{n-1} + \ldots + \sigma_l x^{n-l}$$

(où $\sigma_0, \sigma_1, \ldots, \sigma_l$ sont des nombres fixes) par des polynomes de degré $n-l-1$ sur le segment $(-1, 1)$.

On peut prendre $\sigma_0 > 0$, $\sigma_1 \geqq 0$.

M. S. Bernstein a donné les formules asymptotiques suivantes (*Comptes rendus*, 1913) :

$$\varepsilon_n \sim \frac{n^{\frac{l}{2}} \sigma_0}{2^{n-1} \left(\frac{l}{2}\right)!} \quad \text{(lorsque } l \text{ est pair)},$$

$$\varepsilon_n \sim \frac{n^{\frac{l-1}{2}} \left(\sigma_1 + \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_1^2}\right)}{2^{n-1} \left(\frac{l-1}{2}\right)!} \quad \text{(lorsque } l \text{ est impair)}.$$

Les propositions de cette Note donnent la réponse aux questions suivantes : déterminer les termes successifs de l'expression asymptotique de

---

(1) Quant au premier invariant ρ, il caractérise Σ et reste constant pour tous les points de l'espace.

(2) Séance du 6 octobre 1930.

la quantité ε_n, déterminer l'ordre de l'erreur que nous faisons en remplaçant ε_n par son expression asymptotique.

2. Exprimons le polynome $F(x)$ sous la forme

$$F(x) = \tau_0 T_n(x) + \tau_1 T_{n-1}(x) + \ldots + \tau_l T_{n-l}(x) + \ldots,$$

où

$$T_k(x) = \cos k \operatorname{arc} \cos x.$$

Les relations entre les coefficients σ_i et τ_j ont la forme

$$\tau_{2i} = \frac{1}{2^{n-2i-1}} \left\{ \sigma_{2i} + \frac{\sigma_{2i-2}}{4} \binom{n-2i+2}{1} + \ldots + \frac{\sigma_0}{4^i} \binom{n}{i} \right\},$$

$$\tau_{2i-1} = \frac{1}{2^{n-2i}} \left\{ \sigma_{2i-1} + \frac{\sigma_{2i-3}}{4} \binom{n-2i+3}{1} + \ldots + \frac{\sigma_1}{4^{i-1}} \binom{n-1}{i-1} \right\}.$$

Introduisons maintenant l'équation

$$\begin{vmatrix} \tau_l - L & \tau_{l-1} & \tau_{l-2} & \ldots & \tau_1 & \tau_0 \\ \tau_{l-1} & \tau_{l-2} - L & \tau_{l-3} & \ldots & \tau_0 & 0 \\ \tau_{l-2} & \tau_{l-3} & \tau_{l-4} - L & \ldots & 0 & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \tau_1 & \tau_0 & 0 & \ldots & -L & 0 \\ \tau_0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & -L \end{vmatrix} = 0,$$

qui a évidemment toutes ses racines réelles.

Entre les racines de cette équation il en existe une, désignons-la par L, pour laquelle

$$2^{n-1} L = O(n^k),$$

où $k = \left[\frac{l}{2}\right]$.

Cette racine a le développement

$$L = \frac{1}{2^{n-1} k!} \left\{ \sigma_0 n^k + \left[4k\sigma_2 - \frac{k(k-1)}{2} \sigma_0 \right] n^{k-1} + \ldots \right\},$$

lorsque $l = 2k$, et

$$L = \frac{\left(\sigma_1 + \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_0^2}\right) n^k}{2^{n-1} k!} \left\{ 1 - \frac{k(k-1)}{2n} \right\} + \frac{n^{k-1}}{2^{n-3}(k-1)!} \left[\sigma_3 + \frac{\sigma_0\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_0^2}} \right] + \ldots,$$

lorsque $l = 2k + 1$.

3. En vertu des théorèmes suivants la quantité L est l'expression asymptotique de la quantité ε_n.

THÉORÈME I. — *Si* $\sigma_0 > 0$, $\sigma_1 > 0$, $l = 2k+1$, *on a*

$$\varepsilon_n - \mathrm{L} = \frac{\mathrm{L}\sigma_1}{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_0^2}-\sigma_0}\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_1+\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_0^2}}\right)^{n-l+1}\mathrm{M},$$

où M *est limité pour* $n \to \infty$.

Remarque I. — Dans le cas où $l = 1$ on a en vertu du théorème de M. S. Bernstein (¹) :

$$|\varepsilon_n - \mathrm{L}| < \frac{\mathrm{L}\sigma_1}{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_0^2}-\sigma_0}\left(\frac{\sigma_0}{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_0^2}+\sigma_1}\right)^{n}\frac{\sigma_1}{\sigma_0}.$$

THÉORÈME II. — *Si* $\sigma_0 > 0$, $l = 2k$, *on a*

$$\varepsilon_n - \mathrm{L} = \mathrm{AL}n^{l-1}\left(\frac{\mathrm{B}}{\sqrt{n}}\right)^{n-l},$$

où A *et* B *sont limités pour* $n \to \infty$.

Remarque II. — Dans le cas où $l = 2$, en posant $\sigma_0 = 1$, $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = \rho$, on peut démontrer que, pour

$$n > 2(1+\sigma^2-2\rho),$$

on a

$$\left|\varepsilon_n - \frac{\lambda}{2^{n-1}}\right| < \frac{(\lambda^2-1)^2}{2^n\lambda^{\frac{n}{2}}[(\lambda-1)^2-\lambda\sigma^2]},$$

λ étant la plus grande racine de l'équation (²)

$$\lambda^3-\lambda^2(n+4\rho+1)+\lambda(n+4\rho-1-4\sigma^2)+1=0.$$

Remarquons que, pour des valeurs considérées de n, on a

$$n+4\rho<\lambda<n+4\rho+1+4\sigma^2.$$

THÉORIE DES PROBABILITÉS. — *Sur la loi forte des grands nombres.* Note de M. **A. Kolmogoroff**, transmise par M. Hadamard.

Soit

$$(1)\qquad x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n,\ \ldots$$

une suite de grandeurs éventuelles mutuellement indépendantes avec des

(¹) Voir S. BERNSTEIN, *Remarques sur l'inégalité de Wladimir Markoff* (*Communications de la Société mathématique de Kharkow*, 2ᵉ série, **14**, 1913, p. 8).

(²) Voir N. ACHYESER, *Asymptotische Lösung einer Aufgabe über Polynome minimaler Abweichung* (*Communications de la Société mathématique de Kharkow*, 4ᵉ série, **4**, 1930, p. 141).

espérances mathématiques $E(x_n)$ nulles. D'après MM. Cantelli et Khintchine, on dit que la suite (1) est assujettie à *la loi forte des grands nombres* (l. f. g. n.) si c'est à *un* qu'est égale la probabilité de la convergence vers zéro des moyennes

$$\sigma^n = \frac{s_n}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n}.$$

Nous allons démontrer que *l. f. g. n. est certainement vérifiée, si* les seconds moments $E(x_n^2) = b_n$ existent et que *la série*

$$(2) \qquad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b_n}{n^2},$$

converge. Cette condition ne peut pas être remplacée par une autre, moins forte : *si pour une suite de constantes b_n quelconque la série* (2) *diverge, on peut construire une suite* (1) *de grandeurs éventuelles indépendantes vérifiant les égalités* $E(x_n) = 0$, $E(x_n^2) = b_n$ *et telle que l. f. g. n. ne soit pas vérifiée.*

Pour la démonstration on doit se servir d'un lemme qu'on peut exprimer par la formule

$$(3) \qquad P\left\{ \max |s_k|_{k=2}^{k=n} \geqq R \right\} \leqq \frac{1}{R^2} \sum_{k=1}^{k=n} b_k,$$

et que nous avons démontré ailleurs (pour $R \geqq 0$) [1].

On a évidemment, d'après (3),

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} P_m &= P\left\{ \max |\sigma_n|_{n=2^m}^{n<2^{m+1}} \geqq \varepsilon \right\} \leqq P\left\{ \max |s_n|_{n=1}^{n<2^{m+1}} \geqq 2^m \varepsilon \right\} \leqq \left(\frac{1}{2^m \varepsilon}\right)^2 \sum_{n=1}^{n<2^{m+1}} b_n, \\ P &= P\left\{ \limsup |\sigma_n| > \varepsilon \right\} \leqq \sum_{m=0}^{\infty} P_m \leqq \frac{1}{\varepsilon^2} \sum_{m=0} \left(\frac{1}{2^m}\right)^2 \sum_{n=1}^{n<2^{m+1}} b_n \\ &\leqq \frac{1}{\varepsilon^2} \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{m=i}^{\infty} \left(\frac{1}{2^m}\right)^2 \sum_{n=2^i}^{n<2^{i+1}} b_n \leqq \frac{1}{\varepsilon^2} \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{1}{2^{i-1}}\right)^2 \sum_{n=2^i}^{n<2^{i+1}} b_n \leqq \frac{8}{\varepsilon^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b_n}{n^2}. \end{aligned} \right.$$

Mais la probabilité P ne peut pas changer, si nous remplaçons par *zéro* un nombre fini de premiers termes de la suite (1). Si la série (2) converge, on peut rendre ainsi le dernier membre de l'inégalité (4) aussi petit que

---

(1) *Ueber die Summen durch den Zufall bestimmter unabhängiger Grössen* (*Math. Ann.*, **99**, 1928, p. 310, Satz I).

l'on veut. Il en résulte que la probabilité P est nulle. Comme cela a lieu pour chaque $\varepsilon > 0$, l. f. g. n. est valable dans ce cas.

Pour démontrer la seconde partie de notre assertion, supposons que la série (2) diverge.

Soit, dans le cas $\frac{b_n}{n^2} \leqq 1$,

$$x_n = n, \qquad x_n < -n, \qquad x_n = 0,$$

avec des probabilités respectivement égales à

$$\frac{b_n}{2n^2}, \quad \frac{b_n}{2n^2}, \quad 1 - \frac{b_n}{n^2};$$

dans le cas $\frac{b_n}{n^2} \geqq 1$, nous posons

$$x_n = \frac{b_n}{n^2}, \qquad \text{et} \qquad x_n = -\frac{b_n}{n^2},$$

avec des probabilités $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{2}$. On vérifie aisément que $E(x_n) = 0$, $E(x_n^2) = b_n$ et que l. f. g. n. n'a pas lieu pour la suite (1) ainsi construite.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des points de Peano d'une équation différentielle du premier ordre*. Note [1] de Mlle **Marie Charpentier**.

Les causes déterminant un point de Peano d'une équation $y' = f$ sont très obscures; dans l'ensemble des conditions d'unicité on s'est attaché à caractériser f au moyen de $|f(x, y_1) - f(x, y_2)|$. On peut noter que si une telle condition est remplie pour $y' = f$ elle le sera pour $y' = -f$. Or, si pour chaque x vérifiant $(-a \leqq x \leqq +a)$ nous prenons $f = 0$ pour $y \leqq 0$, puis $f = 2yx^{-1}$ pour $0 \leqq y \leqq x^2$, enfin $f = 2x$ pour $x^2 \leqq y$; l'équation $y' = f$ présente à l'origine un point de Peano à l'encontre de $2y' = f$ et $y' = -f$ pour lesquelles l'origne n'est pas un point de Peano.

De cette perturbation due au changement de signe de f résulte que pour $y' = -f$ aucune condition d'unicité basée exclusivement sur $|f(x, y_1 - f(x, y_2)|$ ne peut être remplie à l'origine. D'autre part le point non peanien de M. Müller [2] mettant en échec les approximations successives devient peanien par changement de signe de f.

---

(1) Séance du 20 octobre 1930.

(2) Müller, *Mathematische Zeitschrift*, 26, 1927, p. 629.

Cette complexité de la dépendance des conditions d'unicité vis-à-vis de f étant révélée, restons-en aux conditions concernant exclusivement $|f(x, y_1) - f(x, y_2)|$ qui *lorsqu'elles assurent l'unicité pour* $y' = f$, *l'assurent également pour* $y' = \pm f + \varphi(x)$.

Un résultat que j'avais obtenu sur le contact des deux intégrales limites en un point P conduit à se demander si l'on peut rassembler les principaux critères d'unicité connus sous une forme générale, rattachant l'efficacité de la condition de Lipschitz à l'unicité de la solution de $\eta' = K\eta$ et pareillement l'unicité de la solution de $y' = f$ à celle d'une équation convenable de comparaison ?

J'ai résolu affirmativement cette question par une méthode qui, avec mes théorèmes A, B (1) utilise le suivant :

D. Une courbe (Γ) d'équation $y = \varphi(x)$ [φ ayant une dérivée sans plus], issue de P, possède, si elle est extérieure à H(P) dans un certain voisinage de P, au moins un point P′ arbitrairement voisin de P, où la pente de sa tangente dépassera celle de H(P′) [si (Γ) est en haut à droite, ou en bas à gauche par rapport à P] ou bien sera moindre dans l'hypothèse contraire.

Corollaire. — *Parmi les courbes* (Γ), *appelons courbes* (μ) [*ou courbes* (ν)] *celles dont la pente n'est jamais* $< f$, [*jamais* $>$]. *Il en résulte les inégalités : à gauche de* P,

$$m(P) \leqq \nu_i \quad \text{et} \quad \mathfrak{M}(P) \geqq \mu_j;$$

à droite de P,

$$\mathfrak{M}(P) \geqq \nu_m \quad \text{et} \quad m(P) \leqq \mu_n$$

quels que soient les indices i, j, m, n.

Théorème de comparaison. — *Soient les deux équations*

$$y' = f_1(x, y), \tag{1}$$

$$y' = f_2(x, y), \tag{2}$$

f_1 *et* f_2 *continues en* (x, y) *dans une même région* $\mathcal{R}$ *et liées par* $f_1 \leqq f_2$, *e soit l'équation*

$$y' = \alpha; \tag{3}$$

α *étant soumis aux seules conditions* $f_1 \leqq \alpha \leqq f_2$, *l'équation* (3) *détermine en tout point* P *un champ de directions et nous appellerons* (λ) *une courbe* (Γ) *dont la tangente en* P *appartient à ce champ. Toutes les courbes* (λ) *issues*

(1) M. Charpentier, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 509.

de P_0 sont comprises entre [sens large] les limites supérieure et inférieure de toutes les intégrales de (1) *et de* (2) *issues de P_0.*

THÉORÈME D'UNICITÉ. — *Étant donnée l'équation*

$$(E) \qquad y' = f(x, y),$$

s'il est possible de majorer $|f(x, y_1) - f(x, y_2)|$ [y_1 *et* y_2 *ordonnées quelconques*] *par* $\omega(x, y_1 - y_2)$ [ω *positive continue par rapport à* x *et* $y_1 - y_2$ *avec* $\omega(x, 0) = 0$] *et si les deux équations auxiliaires*

$$(G^+) \qquad \eta' = \omega(x, \eta),$$
$$(G^-) \qquad \eta' = -\omega(x, \eta)$$

ont une solution unique confondue avec Ox *dans un certain voisinage positif du point* $\pi_0(x_0, 0)$ *l'unicité de la solution de* (E) *est assurée en tous les points de* $\mathcal{R}$ *d'abscisse* x_0.

THÉORÈME DE CONTACT. — *Quand il est possible d'obtenir le système* (G) *sans satisfaire à la condition d'unicité, une limite inférieure de l'ordre du contact en* P_0 *des intégrales supérieure et inférieure de* (E) *est donnée par l'ordre du contact de* $\mathcal{M}^G(\pi_0)$ *et de* $m^G(\pi_0)$ *en* π_0.

Exemple. — L'ordre du contact des deux intégrales limites d'une équation satisfaisant à une condition de Lipschitz à exposant m ne peut être inférieur à $\frac{1}{1-m}$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions transcendantes.* Note de M. **Rolf Nevanlinna**, présentée par M. Hadamard.

1. Étant donnée une fonction analytique $x(z)$, qui se prolonge indéfiniment dans le domaine $0 < |z - a| \leqq r$ et qui y est univalente, deux cas sont possibles. Ou bien $x(z)$ reste uniforme dans ce domaine; alors $z = a$ est un point régulier ou un pôle simple de la fonction. Ou bien la fonction admet plusieurs branches qui se permutent entre elles lorsque le point z décrit une courbe fermée autour du point $z = a$. On dit alors que ces branches forment un élément algébrique ou un élément logarithmique, suivant que le nombre des branches est fini ou infini.

Nous nous sommes proposé de déterminer toutes les fonctions analytiques qui admettent, comme seuls éléments singuliers, un nombre fini d'éléments logarithmiques. Si l'on se borne au cas le plus simple où la sur-

face de Riemann de la fonction est simplement connexe, le problème s'énonce en ces termes :

Étant donnés $q\,(\geqq 2)$ *valeurs* $a_1, \ldots, a_q$, *différentes entre elles, et* q *entiers positifs* $\mu_1, \ldots, \mu_q$ $\left(\sum_q^1 \mu_\nu = n \geqq q\right)$, *déterminer toutes les fonctions analytiques* $x(z)$ *jouissant des propriétés suivantes :*

1° $x(z)$ *se prolonge indéfiniment dans le plan des* z *à l'exception tout au plus des points d'affixe* $a_1, \ldots, a_q$;

2° $x(z)$ *est univalente ;*

3° $x(z)$ *admet, au-dessus du point d'affixe* a_ν, μ_ν *éléments logarithmiques (et peut-être aussi des éléments uniformes)* ;

4° *Le domaine formé par les valeurs de la fonction est simplement connexe.*

2. Si $q = 2$, on a nécessairement $n = 2$. Dans ce cas $x(z)$ est une transformation homographique de $\log\frac{z-a_1}{z-a_2}$.

Dans le cas général $q \geqq 3$, en supposant connue une solution $x(z)$, on peut uniformiser la relation analytique $x = x(z)$ à l'aide d'une fonction bien connue, définie de la manière suivante. Formons la surface de Riemann *régulière*, superposée au plan des z et admettant chaque point a_ν comme point de ramification d'ordre infini. Soit $\zeta = \zeta(z)$ la fonction qui donne la représentation conforme de cette surface simplement connexe sur le cercle-unité $|\zeta| < 1$. Les branches de $\zeta(z)$ sont liées par un groupe S de substitutions qui conservent le cercle $|\zeta| \leqq 1$.

La fonction inverse de $\zeta(z)$, $z = \omega(\zeta)$, est une fonction uniforme et automorphe admettant le cercle $|\zeta| < 1$ comme cercle fondamental. Il en est de même de la fonction $x = x[\omega(\zeta)] \equiv \bar{x}(\zeta)$. Le groupe Σ de cette dernière fonction est un sous-groupe (fuchsoïde) de genre nul de S. Dans le cas $n = q = 3$, le groupe Σ est déterminé d'une manière univoque. Si $n \geqq 4$, il y a, au contraire, pour Σ une infinité de types possibles, qu'on peut déterminer complètement.

Les groupes Σ étant obtenus, on construit pour chaque groupe une fonction fuchsoïde univalente $\bar{x}(\zeta)$, laquelle est déterminée à une transformation homographique près. En éliminant des relations $\bar{x} = x(\zeta)$ et $z = \omega(\zeta)$ la variable ζ, on obtiendra une fonction $x = x(z)$ qui jouit des propriétés énoncées ci-dessus. La solution de notre problème est donc *unique* pour $q = 2$ et pour $q = n = 3$; dans les autres cas ($q \geqq 3$, $n \geqq 4$) on a toujours une *infinité* de solutions différentes.

3. La fonction inverse $z = z(x)$ de $x(z)$ est une fonction uniforme et

méromorphe d'ordre $\frac{n}{2}$. Elle vérifie une équation différentielle de la forme

$$\frac{z'''}{z'} - \frac{3}{2}\left(\frac{z''}{z'}\right)^2 = P_{n-2}(x)$$

où P_{n-2} est un polynome de degré $n-2$, qui renferme $n-3$ paramètres essentiels. Réciproquement, toute solution d'une telle équation représente une solution du problème ci-dessus, ce qu'on peut conclure des recherches de M. Hille ([1]).

Dans le cas $n=4$ le seul paramètre α qui entre dans l'équation ci-dessus détermine le rapport anharmonique des quatre points a_1, a_2, a_3, a_4. Pour une suite de valeurs particulières de α, deux des points a_ν se confondent. La fonction $z(x)$ est alors une fonction méromorphe admettant un nombre fini de pôles; elle se présente sous la forme

$$\int_0^z \frac{e^{-t^2}}{[H(t)]^2}\,dt,$$

où H est un polynome de Hermite.

4. Dans la théorie générale des fonctions méromorphes, nous avons posé le problème suivant ([2]) : *Étant données une suite de valeurs* a_1, a_2, ..., *différentes entre elles, et une suite de nombre* δ_ν $(0 \leq \delta_\nu \leq 1)$ *tels que* $\Sigma\delta_\nu = 2$, *construire une fonction méromorphe telle que le défaut* $\delta(a_\nu)$ *de la valeur* a_ν *soit égal à* $\delta_\nu (\nu = 1, 2, \ldots)$.

Jusqu'ici, on a pu indiquer de telles fonctions méromorphes seulement en supposant les points a_ν distribués d'une manière particulière et les défauts δ_ν assujettis à l'une des conditions suivantes :

1° $$\delta_1 = \delta_2 = \ldots = \delta_m = \frac{2}{m}\ (m \geq 2);$$

2° $$\delta_1 = \ldots = \delta_m = \frac{1}{m},\ \delta_{m+1} = 1.$$

Les résultats ci-dessus permettent de résoudre ce problème dans le cas où, le nombre des points a_ν étant fini, les δ_ν sont des nombres rationnels arbitraires.

([1]) E. Hille, *Zero point problems for linear differential équations of second order* (*Matematisk Tidskrift*, II, 1927, p. 43).

([2]) *Le théorème de Picard-Borel et la théorie des fonctions méromorphes* (Gauthier-Villars, Paris, 1929, p. 90).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des coefficients de Taylor d'une fonction de probabilité dont on connaît les moments.* Note de M. **J. Delsarte**, présentée par M. Goursat.

Dans beaucoup de questions de probabilités géométriques, la question se pose de déterminer les coefficients du développement en série de Taylor autour de l'origine d'une fonction réelle $f(x)$ définie dans l'intervalle $(0 - 1)$, connaissant les moments de cette fonction dans ce même intervalle. (Moments donnés, en général, par des théorèmes du type de ceux de Grofton.) On peut observer que, connaissant les moments, on a sans peine le développement de la fonction en série uniformément convergente de polynomes de Legendre; mais si l'on cherche à tirer de là, formellement, les coefficients cherchés, on obtient en général des séries divergentes. Cela tient à ce que le système de fonctions

$$x^0;\quad x^1;\quad x^2;\quad \ldots;\quad x^n;\quad \ldots,$$

n'est pas biorthogonalisable [1].

Nous proposerons la méthode suivante. Partons du noyau défini dans le carré $(0 < x < 1)\,(0 < y < 1)$,

$$\frac{1}{1 - xy},$$

qui possède la propriété que ses fondamentales ont leurs moments proportionnels à leurs coefficients de Taylor. Ce noyau est évidemment défini positif, et il est possible de construire un système de polynomes $\Phi_i(x)$ orthogonaux relativement à ce noyau, c'est-à-dire tel que l'on ait

$$\int_0^1\int_0^1 \frac{\Phi_i(x)\Phi_j(y)}{1 - xy}\,dx\,dy = \begin{cases} 1 & (i = j) \\ 0 & (i \neq j) \end{cases} \qquad (i = 0,\ 1,\ 2,\ \ldots;\ n;\ \ldots).$$

Posons alors d'une manière générale

$$[a.b] = \int_0^1 a(x)\,b(x)\,dx.$$

en désignant par $a(x)$, $b(x)$ deux fonctions de carré sommable dans l'inter-

---

(1) Voir ma Note *Sur les systèmes de coordonnées obliques dans l'espace fonctionnel* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 33) et mon Mémoire *Sur les sous-groupes de Fredholm* (*Ann. de la Soc. Polonaise de Math.*, **10**, 1929, p. 99).

valle (0, 1). Posant encore

$$\varepsilon_{ij} = [\Phi_i . x^j],$$

on constate sans difficulté que

$$\sum_k \varepsilon_{ik}\varepsilon_{jk} = \begin{cases} 1 & (i=j), \\ 0 & (i \neq j), \end{cases}$$

et si

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n + \ldots$$

désigne une série convergente dans l'intervalle (0, 1); réelle pour x réel, on peut supposer la série divergente pour $x = 1$, pourvu que la série

$$\sum_n a_n^2$$

soit convergente, on a

$$[f.\Phi_i] = \sum_n a_n \varepsilon_{in},$$

et les $[f.\Phi_i]$ sont des combinaisons linéaires des i premiers moments de $f(x)$. On démontre d'ailleurs que les ε_{ij} forment un tableau orthogonal complet, et il en résulte que l'on a, inversement,

$$a_i = \sum_k \varepsilon_{ki}[f.\Phi_k];$$

ces séries donnent les coefficients de Taylor demandés, en fonction des moments, pourvu que l'on connaisse les Φ_i. Elles sont toujours absolument convergentes.

Les expressions des premiers polynomes Φ_i sont

$$\Phi_0(x) = \frac{\sqrt{6}}{\pi};$$

$$\Phi_1(x) = \left[\frac{\pi^4}{36} - \frac{\pi^2}{6} + 1\right]^{-\frac{1}{2}} \left[\frac{\pi x}{\sqrt{6}} - \frac{\sqrt{6}}{\pi}\right];$$

$$\Phi_2(x) = \left[\frac{\pi^6}{216} - \frac{7\pi^4}{72} + \frac{7\pi^2}{8} - \frac{7}{2}\right]^{-\frac{1}{2}} \left[\left(\frac{\pi^4}{36} - \frac{\pi^2}{6} + 1\right)x^2 - \left(\frac{\pi^2}{12} - \frac{3}{4}\right)x - \left(\frac{\pi^2}{8} - \frac{7}{4} + \frac{9}{\pi^2}\right)\right], \quad \ldots$$

Il paraît assez délicat d'en trouver une expression générale.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques à la Note de M. V. Romanovsky : Sur les chaînes discrètes de Markoff* (1). Note (2) de M. **Jos. Kaucký**, présentée par M. Émile Borel.

Dans ce qui suivra je veux montrer par un exemple simple que le théorème fondamental que M. Romanovsky a énoncé dans la Note citée n'est pas vrai. Pour ce but faisons $\nu = 1$ (3). Dans ce cas le problème étudié par M. Romanovsky se ramène au système des équations suivantes

$$(1) \qquad p_{k+1,i} = \sum_{h=1}^{m} p_{kh} \varphi_{hi} \qquad (i = 1, 2, \ldots, m).$$

M. Romanovsky dit que, *si les racines de l'équation* $D(r) = 0$ *sont toutes distinctes et différentes de* -1, *les probabilités* p_{ki} *tendent avec* $k \to \infty$ *aux probabilités finales* p_i *qui sont indépendantes de* p_{0i}.

Soit $m = 3$ et

$$\varphi_{11} = 0, \quad \varphi_{12} = 0, \quad \varphi_{13} = 1, \quad \varphi_{21} = 1, \quad \varphi_{22} = 0, \quad \varphi_{23} = 0,$$
$$\varphi_{31} = 0, \quad \varphi_{32} = 1, \quad \varphi_{33} = 0;$$

ce cas est évidemment admissible parce que M. Romanovsky suppose seulement que φ_{ki} sont des probabilités vérifiant l'équation $\sum_{i=1}^{m} \varphi_{hi} = 1$. Les équations (1) se réduisent à

$$(2) \qquad p_{k+1,1} = p_{k,2}, \qquad p_{k+1,2} = p_{k,3}, \qquad p_{k+1,3} = p_{k,1},$$

et l'équation $D(r) = -r^3 + 1 = 0$ a donc les racines $1, \varepsilon, \varepsilon^2$, où

$$\varepsilon = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{-3}}{2}.$$

La solution générale est de la forme

$$p_{k1} = C_1 + C_2 \varepsilon^{k+1} + C_3 \varepsilon^{2k+2}, \qquad p_{k2} = C_1 + C_2 \varepsilon^{k+2} + C_3 \varepsilon^{2k+1},$$
$$p_{k3} = C_1 + C_2 \varepsilon^{k} + C_3 \varepsilon^{2k},$$

(1) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 695.
(2) Séance du 10 novembre 1929.
(3) Ce cas spécial a été considéré par M. Romanovsky déjà dans son travail : *Sur les chaînes de Markoff* (*C. R. de l'Académie de l'U. R. S. S.*, Leningrad, 1929

où C_1, C_2, C_3 sont des constantes arbitraires (en général fonctions périodiques de k avec la période égale à 1). En calculant C_k, par exemple, des valeurs initiales $p_{01}=1$, $p_{02}=0$, $p_{02}=0$, on a

$$p_{k1}=\frac{1}{3}\left\{1+2\cos\frac{2k\pi}{3}\right\},\qquad p_{k2}=\frac{1}{3}\left\{1+2\cos\frac{2(k+1)\pi}{3}\right\},$$
$$p_{k3}=\frac{1}{3}\left\{1+2\cos\frac{2(k+2)\pi}{3}\right\}.$$

On voit donc que les limites de p_{ki} pour $k\to\infty$ n'existent pas quoique les racines de l'équation $D(r)=0$ sont toutes distinctes et différentes de -1, ce qui se trouve en contradiction avec le théorème énoncé plus haut.

On pouvait dire cela sans écrire la solution des équations (2). En effet, en considérant le problème de battage de trois cartes d'après M. Lévy (1), où φ_{ik} signifie la probabilité pour que la carte de rang i vienne occuper le rang k à chacun des gestes partiels faits en battant les cartes, on voit que par exemple la première carte occupe périodiquement les places 1, 3, 2, ...

On voit encore que l'existence ou non-existence, des limites pour $k\to\infty$ des probabilités considérées ne dépende pas seulement de la racine -1 de l'équation caractéristique, mais en général de toutes les racines, dont les modules sont égaux à 1. En effet, en désignant par $a_j (j=1, 2, \ldots, l)$ les racines de $D(r)=0$ dont les multiplicités sont respectivement m_j $(j=1, 2, \ldots, l)$, on voit que la solution générale du système (1) est de la forme (2)

$$p_{k,i}=\sum_{j=1}^{l}A_j(k)a_j^k\qquad (i=1, 2, \ldots, m),$$

où $A_j(k)$ sont des polynomes de degré m_j-1. Or $|a_j|\leqq 1$ (3); les termes appartenant aux racines avec $|a_j|<1$ tendent vers zéro pour $k\to\infty$ et l'existence de la limite de p_{ki} dépend donc de l'allure pour $k\to\infty$ des termes appartenant aux racines pour lesquelles $|a_j|=1$.

---

(1) P. Lévy, *Calcul des probabilités*, Paris, 1925, p. 49. Voir aussi B. Hostinský, *Sur les chaines de Markoff* (en tchèque). Sbornik prirodovědecký, Prague, 1929.

(2) J. Kaucký, *Sur les systèmes des équations aux différences finies à coefficients constants* (en tchèque), Časopis, Prague, F. 60.

(3) A. Reichman, *Sur une équation algébrique qui intervient dans la théorie cinétique des gaz* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 729).

On sait aussi que dans le cas où $\varphi_{ik} > 0$ les limites des probabilités p_{ki} existent comme nous montre le théorème classique de A. A. Markoff (1).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la dérivée angulaire.* Note de M. **Julius Wolff**, présentée par M. Émile Borel.

Soit donnée dans le demi-plan $D(x > 0)$ de la variable complexe $z = x + yi = re^{\varphi i}$ une courbe Γ symétrique par rapport à l'axe réel Ox, partant de l'origine O et dont la branche supérieure est représentée par $r = r(\varphi)$, cette fonction étant croissante pour $0 \leqq \varphi < \frac{\pi}{2}$ et $\lim_{\varphi \to \frac{2}{\pi}} r(\varphi) = \infty$, $\lim_{\varphi \to \frac{\pi}{2}} r \frac{d\varphi}{dr} = 0$.

Faisons la représentation conforme de D sur le domaine Δ à droite de Γ, au moyen d'une fonction $\mathfrak{W} = \mathfrak{U} + \mathfrak{V} i = \mathfrak{W}(z)$ telle que $\mathfrak{W} = 0$ pour $\mathfrak{Z} = 0$, $\mathfrak{W} = \infty$ pour $\mathfrak{Z} = \infty$ et que $\mathfrak{V} = 0$ pour $y = 0$.

On sait que, quand Z tend vers l'infini, tang φ *restant bornée*, $\frac{\mathfrak{W}}{\mathfrak{Z}}$ tend vers une limite réelle λ et que

$$0 \leqq \lambda < \infty.$$

Nous allons démontrer que :

A. $\frac{\mathfrak{W}}{\mathfrak{Z}}$ *tend vers* λ *pour* $\mathfrak{Z}$ *infini dans* D (donc aussi quand tang φ n'est pas bornée).

B. *La convergence de l'intégrale sur* Γ

$$\int_1^\infty \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) dr}{r} \tag{1}$$

est condition nécessaire et suffisante pour que λ *soit positif.*

L'énoncé B contient un résultat de M. G. Valiron [*Sur un théorème de M. Julia étendant le lemme de Schwarz*, n° 4 (*Bulletin des Sc. Math.*, 2e série, 53, 1929)], et est contenu à son tour dans les résultats obtenus par M. Lars Ahlfors [*Untersuchungen zur Theorie der konformen Abbildung und der*

(1) *Izvěstija fys. mat. obšcěstva* [*Kazañ*, (2), 15, 1907; voir aussi B. Hortinský, le mémoire cité note (1) de la page précédente].

ganzen Funktionen, § 23 (*Acta Soc. Sc. Fennicae*, séries A, 1, IX, 1930)].

C'est à cause de la méthode simple que nous le démontrons ici.

La fonction $\zeta = \xi + \eta i = \log z$ représente D sur la bande B $\left(|\eta| < \frac{\pi}{2}\right)$ et Δ sur une bande β symétrique par rapport à $\eta = 0$ et intérieur à B. En posant $\sigma = s + ti = \log w$, B est représenté sur β par la fonction $\sigma(\zeta)$ tel que $t = 0$ pour $\eta = 0$ et $s \to \pm\infty$ pour $\xi \to \pm\infty$.

La fonction harmonique $\arg \frac{d\rho}{d\zeta}$ est bornée dans B, car elle est égale à la fonction correspondante $\arg \frac{z}{w} \frac{dw}{dz}$ dans D : nous omettons ici la démonstration que celle-ci est bornée. Sur les deux bords $\eta = \pm \frac{\pi}{2}$ de B on a,

$$\lim_{\xi \to +\infty} \arg \frac{d\sigma}{d\zeta} = 0,$$

grâce aux hypothèses faites sur la fonction $r(\varphi)$. On en conclut que dans toute la bande B

$$\lim_{\xi \to +\infty} \arg \frac{d\sigma}{d\zeta} = 0.$$

Donc, pour a assez grand, l'image du segment $\xi = a$, $|\eta| \leqq \frac{\pi}{2}$ de B est une courbe dans β réunissant les deux bords, sur laquelle l'oscillation de S est aussi petite qu'on le veut.

Sur l'axe $\eta = 0$, la différence $s - \xi$ ne croît jamais avec ξ et tend vers $\log \lambda$ pour ξ infini.

En combinant ce fait avec la remarque sur l'oscillation de S pour ξ constante, nous voyons que $S - \xi$ tend vers $\log \lambda$ dans B pour ξ infini. Par conséquent, $\left|\frac{w}{z}\right|$ tend vers λ dans D pour r infini.

La fonction harmonique $t - \eta$ est bornée dans B et sur les deux bords de B elle tend vers zéro pour ξ infini, donc elle tend vers zéro dans B, de sorte que $\arg \frac{w}{z}$ tend vers zéro dans D pour r infini. L'énoncé A est démontré.

Pour $x = 0$, $y \to \pm\infty$, le point w correspondant parcourt Γ. Les fonctions $\log \left|\frac{w}{z}\right|$ et $\arg \frac{w}{z}$ sont harmoniques et conjuguées dans D. La seconde est bornée et tend vers zéro pour $x = 0$, $y \to \pm\infty$. Remarquons maintenant que la convergence de

$$(2) \qquad \int_1^{\infty} \left(\arg \frac{w}{z}\right) \frac{dy}{y}$$

est condition nécessaire et suffisante pour que $\log\left|\frac{w}{z}\right|$ ait une limite *finie* pour $y=0$, $x\to\infty$.

$\arg\frac{w}{z}$ étant équivalent à $\frac{u}{v}$, la convergence de

$$(3)\qquad \int_1^\infty \frac{u\,dy}{vy}$$

est condition nécessaire et suffisante pour que $\lambda>0$.

Retournons pendant un instant à la fonction $\sigma(\zeta)$. Quand ξ reçoit des accroissements positifs et égaux, les accroissements de $S(\xi)$ n'augmentent jamais; donc dans B

$$(4)\qquad \overline{\lim_{\xi\to\infty}}\frac{S}{\xi}<\infty.$$

D'autre part, la bande β contient une bande $\beta'\left(|t|<h<\frac{\pi}{2}\right)$, car nous pouvons, sans perte de généralité, supposer que $\varphi>0$ pour $r=0$. Le même raisonnement qui a donné (4) montre que

$$(5)\qquad \overline{\lim_{S\to\infty}}\frac{h\xi}{S}<\infty.$$

De (4) et (5) on conclut que $\frac{s}{\xi}$ est borné supérieurement et inférieurement pour $\xi>a>0$, a étant un nombre fini quelconque. Donc le rapport de $\log|w|$ à $\log|z|$ est borné supérieurement et inférieurement dans D pour $r=e^a$. En particulier pour $x=0$, $y>2$, on a deux constantes m et M telles que

$$m\log v<\log y<M\log v.$$

En intégrant par parties on obtient, en tenant compte de $d\left(\frac{u}{v}\right)<0$,

$$\int_2^y\frac{u\,dy}{vy}=\frac{u}{v}\log y-\left(\frac{u}{v}\log y\right)_{y=2}-\int_2^y\log y\,d\left(\frac{u}{v}\right)$$
$$<M\log v-M\int^y\log y\,d\left(\frac{u}{v}\right)-\left(\frac{u}{v}\log y\right)_{y=2}=M\int_2^y\frac{u\,dv}{v^2}-\left(\frac{u}{v}\log y\right)_{y=2}.$$

De la même manière,

$$\int_2^y\frac{u\,dy}{vy}>m\int_2^y\frac{u\,dv}{v^2}-\left(\frac{u}{v}\log y\right)_{y=2}.$$

Donc l'intégrale (3) converge ou diverge en même temps que $\int_1^y\frac{u\,dv}{v^2}$ et celle-ci en même temps que (1). L'énoncé B est démontré.

CALCUL MÉCANIQUE. — *Sur une nouvelle machine à calculer.* Note de M. **Couffignal**, présentée par M. d'Ocagne.

Les éléments caractéristiques de cette machine sont : un entraîneur d'un type nouveau, à marche très rapide, et un dispositif que nous avons tout lieu de croire nouveau, et que nous avons appelé « transcripteur ». Ces mécanismes ont été conçus de manière à se prêter à une construction industrielle en série.

Grâce à ces dispositifs :

1° Toutes les données d'un calcul sont inscrites au moyen d'*un seul clavier* de chiffres, du type *complet* (neuf touches par ordre décimal) ou du type *réduit* (dix touches seulement). Dans le dernier cas, une seule main, la gauche de préférence, suffit à la manœuvre de la machine, la main droite restant entièrement libre;

2° La machine effectue automatiquement les opérations arithmétiques fondamentales :

a. L'*addition* et la *soustraction* s'effectuent comme sur les autres machines et avec la même rapidité;

b. La *multiplication* d'un premier nombre par un second s'effectue au *fur et à mesure* qu'est inscrit le second nombre (avec un clavier réduit) et, par suite, ne demande pratiquement pas plus de temps que l'addition de ces deux nombres.

Avec un clavier complet, la multiplication est plus rapide que sur les autres machines, grâce à notre entraîneur.

c. De même, la *division* demande environ 40 pour 100 de temps de moins qu'avec les machines actuelles.

3° La machine peut enchaîner les opérations fondamentales de manière à calculer la valeur numérique des expressions suivantes :

$$\frac{a_1 b_1 \pm a_2 b_2 \pm \ldots \pm a_n b_n}{a_1 b_1 \pm a_2 b_2 \pm \ldots \pm \alpha_p \beta_p}; \tag{1}$$

$$P(x, y, z, \ldots, t) \tag{2}$$

(polynome à un nombre quelconque de variables);

$$P(x, y, z, \ldots, t).abc\ldots l \quad \text{et} \quad \frac{P(x, y, z, \ldots, t)}{abc\ldots l} \tag{3}$$

(produit ou quotient de ce polynome par un produit de facteur);

$$(A_0 x^m + A_1 x^{m-1} + \ldots + A_m)(B_0 x^p + B_1 x^{p-1} + \ldots + B_p) \tag{4}$$

(produit de deux polynomes à une variable);

$$(5) \qquad \frac{A_0 x^m + A_1 x^{m-1} + \ldots + A_m}{B_0 x^p + B_1 x^{p-1} + \ldots + B_p}$$

(fraction rationnelle à une variable).

Le calcul mécanique des deux dernières formules, et peut-être aussi des deux précédentes, nous paraît constituer un résultat nouveau.

4° Cette machine, grâce à son volume très réduit et à son clavier unique, peut être adaptée à une machine à écrire et à calculer effectuant la totalisation par colonnes. Le clavier de chiffres est commun aux deux machines. Un clavier de commande spécial est prévu pour la machine à calculer.

Cette machine mixte suffit à tous les calculs comptables comportant des multiplications, divisions, calculs de moyennes, statistiques, etc., avec totalisation par colonne des données et des résultats. Elle permet, en outre, d'effectuer le produit ou le quotient algébriques de deux polynomes à une variable, c'est-à-dire, pratiquement, le *produit* ou le *quotient d'une série par une série*.

Dans le même ordre d'idées, la machine à calculer peut être adaptée à la perforatrice de machines à statistiques (Samas, Hollerith, etc.).

Enfin, un mécanisme supplémentaire (dont le principe est acquis, mais dont la réalisation dépend de la forme définitivement adoptée pour certains organes de la machine) permettra l'inscription automatique du résultat d'un calcul sur la machine à écrire, ce qui élimine complètement les erreurs de report de la part de l'opérateur.

La machine ainsi constituée pourra être établie sous l'une des formes suivantes :

1° Machine à calculer complète, automatique, non imprimante;

2° Machine à calculer complète imprimante (enregistre donnée et résultats);

3° Machine comptable, effectuant toutes les opérations commerciales (écritures et calculs), avec report automatique des résultats dans une colonne quelconque et totalisation dans cette colonne.

Remarques au sujet de la Note précédente, par M. d'Ocagne.

Notre éminent confrère Torres-Quevedo a depuis longtemps établi sans conteste que toute relation analytique est susceptible de se traduire par

certaines connexions mécaniques; mais les réalisations matérielles dérivant de sa théorie générale n'enlèvent — comme il en a lui-même fait la remarque — rien de l'intérêt que peuvent offrir des solutions pratiques, au reste de genre tout différent, imaginées en vue de tel ou tel cas particulier. Celle à laquelle vient de parvenir M. Couffignal est des plus remarquables, et embrasse, peut-on dire, tous les calculs de type courant dans les applications. Dans le curieux arithmomètre électromécanique qu'il a fait fonctionner à Paris en 1920, M. Torres commandait la manœuvre des organes calculateurs au moyen d'une machine à écrire, en y faisant intervenir l'électricité. Dans la nouvelle machine de M. Couffignal, cette commande est réalisée, également au moyen d'une machine à écrire, par un procédé purement mécanique. Quant à la traduction mécanique des diverses opérations symbolisées dans la Note de M. Couffignal, elle est obtenue par des moyens que j'ai tout lieu de croire entièrement originaux et propres à assurer l'exécution de ces calculs, de types encore très généraux, avec toute la rapidité que l'on peut souhaiter.

ASTRONOMIE. — *Sur l'erreur de position du centre de dépendances à l'intérieur d'un triangle de référence, quand on assimile l'homologie à l'homographie linéaire.* Note [1] de M. **J.-Ph. Lagrula**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Nous nous référons au texte des articles IV, VI et VII de note dernière Note (*Comptes rendus*, 191, p. 602).

I. Sur un cliché ou tableau d'observation que, par la méthode de Schlesinger, nous comparons à un cliché étalon, dans une aire circulaire dont le rayon peut déjà atteindre 42′ aux coins d'une plaque carrée de 12° de champ, soient A, B, C les trois étoiles de repère, sommets du triangle de référence dont l'un, A, est *nécessairement* pris comme origine et auxquelles nous rapporterons un objet P. Disposant ici de toute liberté à cet égard, nous choisissons des axes rectangulaires, celui des abscisses parallèle à l'axe d'homologie et comme unique échelle celle de module naturel R (distance focale). Nous désignons par x, y les coordonnées de l'objet P; x_1, y_1, p_1 x_2, y_2, p_2 celles des sommets B, C, et les dépendances respectives; α l'angle petit des tableaux; X, Y les côtés du rectangle circonscrit au triangle parallèlement aux axes.

---

[1] Séance du 10 novembre 1930.

II. Rappelons que la réduction de la correspondance essentiellement homologique des deux figures à l'homographie linéaire, *forme qu'impose l'application licite de la méthode des dépendances*, consiste à faire subir à toutes les coordonnées relevées sur le tableau d'observation des corrections Δ, dont l'expression générale est de la forme

$$\Delta x = -\mathrm{A}x^2 - \mathrm{B}xy, \qquad \Delta y = -\mathrm{A}xy - \mathrm{B}y^2.$$

Vu le choix des axes et de l'échelle, on a ici

$$\mathrm{A} = 0, \qquad \mathrm{B} = \sin\alpha.$$

III. Les dépendances p_1, p_2 sont donc correctement définies par les deux équations

$$(x_1 - \mathrm{B}x_1y_1)p_1 + (x_2 - \mathrm{B}x_2y_2)p_2 = x - \mathrm{B}xy,$$
$$(y_1 - \mathrm{B}y_1^2)\;\;p_1 + (y_2 - \mathrm{B}y_2^2)\;\;p_2 = y - \mathrm{B}y^2,$$

c'est-à-dire

$$p_1x_1 + p_2x_2 = x + u, \qquad p_1y_1 + p_2y_2 = y + v,$$

où l'on pose

$$(1)\qquad \begin{cases} u = \mathrm{B}(p_1x_1y_1 + p_2x_2y_2 - xy), \\ v = \mathrm{B}(p_1y_1^2 \;\; + p_2y_2^2 \;\; - y^2), \end{cases}$$

formules qui expriment l'erreur commise sur la position du centre de dépendances, quand on assimile l'homologie à l'homographie linéaire en écrivant

$$(2)\qquad p_1x_1 + p_2x_2 = x, \qquad p_1y_1 + p_2y_2 = y.$$

D'ailleurs, l'altération étant du second ordre, on a le droit, dans les équations (1), de considérer p_1 et p_2 comme définies par les équations (2).

IV. Cherchons une limite supérieure de l'erreur commise quand l'objet P est à l'intérieur du triangle ABC. Au lieu des coordonnées x, y de ce point, introduisons comme variables ses coordonnées curvilignes u, v dans le système défini par les formules (1) et (2). Vu la forme linéaire (2) des p en x, y, les deux familles de courbes sont u, des hyperboles équilatères homocentriques et v des paraboles identiques semblablement disposées suivant un axe commun.

Lorsque le point P décrit le côté AB du triangle, on a $xy_1 = x_1y$, et les formules (2) impliquent $p_1y_1 = y$ et $p_2 = 0$. L'expression de la cote v, par exemple, devient $v = \mathrm{B}y(y_1 - y)$. Elle est nulle aux deux sommets; donc le côté AB est inscrit dans la parabole de cote $v = 0$. Elle est maxima au milieu où elle atteint $\frac{1}{4}\mathrm{B}y_1^2$, cote d'une parabole tout entière à l'intérieur

de la précédente et nécessairement tangente à AB, en ce point. Il en est de même au milieu des côtés BC, CA, où la cote atteint respectivement $\frac{1}{4}B(y_2-y_1)^2$ et $\frac{1}{4}By_2^2$. Le long du contour ABC, la cote maxima est donc $V=\frac{1}{4}BY^2$, et cette propriété subsiste à l'intérieur puisque, vu la croissance uniforme de v, sur toute droite parallèle à l'axe commun, l'aire du triangle est intégralement comprise entre les paraboles $v=0$ et $v=V$.

Des oonsidérations analogues montrent que, dans l'aire ABC, la *valeur absolue* de la coordonnée hyperbolique u est également maxima au milieu des côtés où l'on relève les cotes U suivantes :

$$\frac{1}{4}Bx_1y_1, \quad \frac{1}{4}B(x_2-x_1)(y_2-y_1), \quad \frac{1}{4}Bx_2y_2.$$

On a donc ici $U \leqq \frac{1}{4}BXY$.

V. *Conclusion.* — En prenant pour unité la minute d'arc, la grandeur vectorielle $\sqrt{u^2+v^2}$, de l'erreur cherchée peut atteindre

$$\frac{1}{4}\alpha DY \sin^2 1',$$

D désignant la diagonale du rectangle circonscrit au triangle, et dont le côté Y est perpendiculaire à l'axe d'homologie. Cette remarque permet occasionnellement de sortir du *cercle d'assimilation licite de l'homologie à l'homographie simple*, en choisissant des étoiles de repère étalées, de préférence, parallèlement à l'axe d'homologie.

PHYSIQUE. — *Appareillage pour l'expérimentation sur les gaz aux ultra-pressions de* 6000^{kg} *par centimètre carré.* Note (¹) de M. **James Basset**, présentée par M. Matignon.

Dans une Communication antérieure (²), nous avons décrit un appareillage réalisé surtout pour l'expérimentation en milieu liquide et permettant de réaliser des pressions constantes de l'ordre de 15 à 25000^{kg} par centimètre carré.

(¹) Séance du 10 novembre 1930.
(²) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 344.

Nous avons créé depuis un appareillage spécial permettant d'expérimenter sur les gaz, tant pour l'étude de leurs propriétés physiques que pour l'étude des réactions chimiques dans lesquelles ils peuvent intervenir.

La figure 1 représente cet appareillage permettant d'expérimenter jusqu'à 6000^{kg} par centimètre carré, avec un ou plusieurs gaz en marche continue dans une chambre à réaction chauffée électriquement. La tempéra-

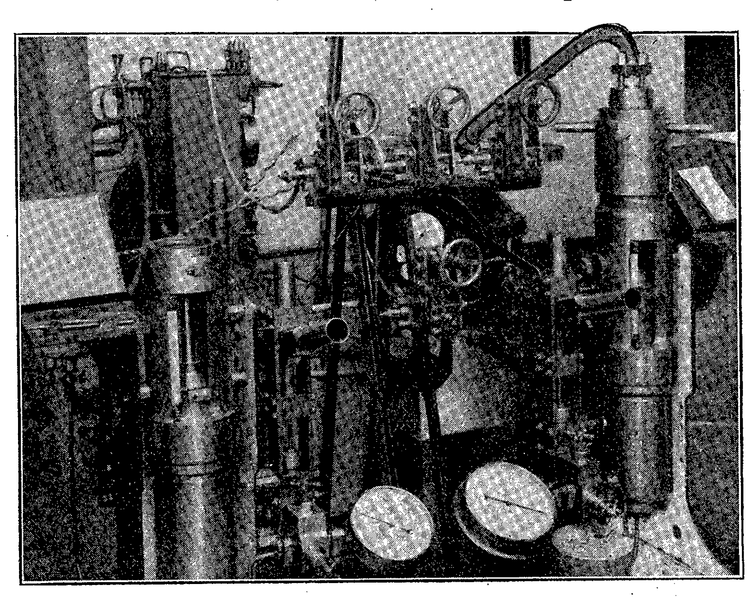


Fig. 1.

ture dans le tube où les gaz réagissent peut être réalisée et réglée à l'aide d'une résistance en platine. Des tubes actuellement en service ont fonctionné plusieurs centaines d'heures sans inconvénient sous des pressions de 4 à 5000^{kg} d'hydrogène et à des températures du tubage intérieur atteignant jusqu'à 1000°.

La figure 2 montre le schéma des connexions entre les appareils pour une marche continue dans le tube à réaction.

Un autre appareillage en cours de montage permettra l'expérimentation jusqu'à des pressions de 10000^{kg} par centimètre carré, en milieu gazeux avec également chauffage électrique à toutes températures usuelles.

La figure 3 montre le principe d'un autre appareillage spécialement construit pour la détermination de la compressibilité de quelques gaz jusqu'à 5000^{kg} par centimètre carré, et avec lequel nous déterminons actuellement quelques propriétés physiques des gaz aux ultra-pressions.

Le gaz étudié se trouve comprimé dans un petit cylindre (1), fermé par un piston mobile (2), muni du joint parfait qui nous est particulier. La réaction du gaz sur ce piston (2) est supportée par un piston auxiliaire à joint

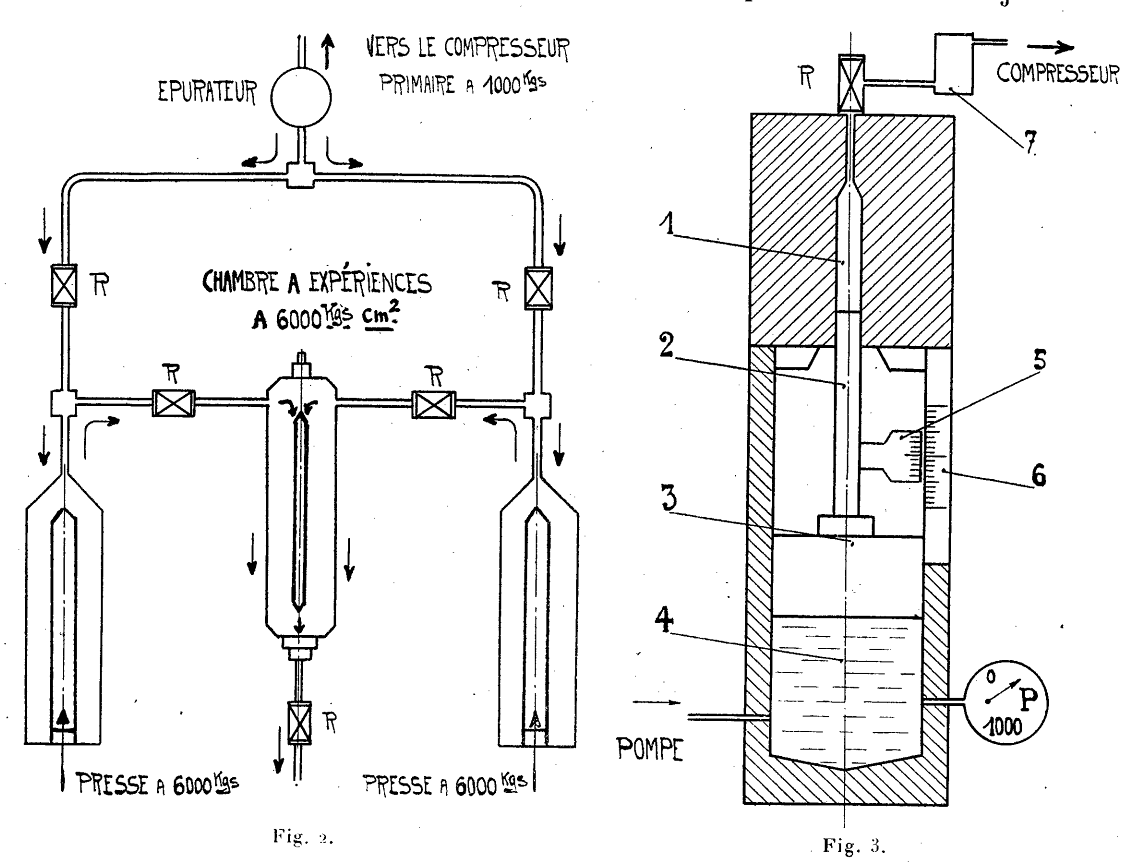


Fig. 2.

Fig. 3.

parfait (3), se déplaçant dans un cylindre plus grand (4). Toutes les surfaces sont parfaitement polies pour réduire les frottements au minimum, la pression dans le petit cylindre est mesurée indirectement par un manomètre (P). Le rapport des surfaces des deux cylindres (1 et 4), donne le rapport des pressions.

Le gaz à étudier est introduit dans le petit cylindre (1) à travers un épurateur (7) au moyen d'un compresseur auxiliaire. La communication avec ce compresseur auxiliaire est coupée à l'aide d'un robinet (R) lorsque la pression de départ choisie est atteinte. Cette pression est de l'ordre de 500 à 1000^{kg} par centimètre carré.

Une pompe à glycérine permet d'exercer sur le piston auxiliaire (3) la pression nécessaire pour obtenir dans le petit cylindre (1) les pressions expérimentales voulues. Un vernier (5) permet de lire au dixième de millimètre sur une graduation (6) les positions du piston (2). Le volume du petit cylindre (1) est soigneusement étalonné, des corrections sont apportées aux lectures pour tenir compte de la température et des modifications de l'état mécanique du système sous l'influence des pressions ou des efforts statiques qu'il subit. L'influence du frottement des joints est éliminée en faisant plusieurs séries d'expériences et en notant les volumes occupés par la masse gazeuse d'abord en élevant la pression (fluide, 4 moteurs, volumes lus par excès), puis en descendant la pression (fluide gazeux, 1 moteur, volumes lus par défaut) et en faisant la moyenne des volumes notés à chaque pression. Le robinet (R) et le joint du piston (2) sont si parfaits qu'aucune fuite n'est enregistrée même au bout de plusieurs heures de fonctionnement à l'hydrogène à 5000^{kg}.

PHYSIQUE. — *Sur un système d'unités mécaniques, électriques et magnétiques.* Note de M. E. **Brylinski**, présentée par M. Paul Janet.

Il existe un système cohérent d'unités mécaniques, électriques et magnétiques, c'est le système C. G. S. Mais ce système, qui s'est largement répandu pour les usages purement scientifiques, n'a jamais pu pénétrer dans la pratique courante, à cause de l'excessive petitesse de certaines de ses unités.

Dès 1881, on a dû établir le système pratique pour avoir des unités électriques d'un emploi commode; on est, en 1900, revenu au système électromagnétique C. G. S. pour les unités magnétiques, et enfin, en 1919, on a rendu légal en France le système *mètre*, *tonne*, *seconde*. Le système français d'unités se compose ainsi en réalité de trois systèmes distincts, non cohérents entre eux.

Il serait cependant assez facile de mettre sur pied un système unique, donnant pour toutes ces unités de mesure des valeurs d'un emploi commode.

Il n'y a pas lieu de modifier le système mécanique légal, car le *mètre* est de beaucoup l'unité de longueur la plus usuelle, et la *tonne* s'impose dès

lors si l'on veut conserver à la densité de l'eau sa valeur usuelle, qui est 1. L'unité d'énergie de ce système est le *kilojoule*.

Le système électrique pratique est surtout mal commode par son unité de longueur, le *quadrant*, dont la valeur résulte de la convention que le système est *électromagnétique*, c'est-à-dire que la perméabilité magnétique du vide y est prise pour unité de perméabilité.

Si l'on renonce à cette convention, on voit que le maintien du *volt* comme unité de différence de potentiel fournit un groupe d'unités électriques et magnétiques de grandeur commode.

Dans ce système, les unités électriques seraient le *kilojoule*, le *kilowatt*, le *volt*, le *kiloampère*, le *kilocoulomb*, le *milliohm*, le *kilofarad* et le *millihenry*.

Les unités magnétiques auraient les valeurs suivantes :

Unité de flux d'induction....................	10^8 U. E. M. C. G. S.
Unité d'induction..............................	10^4 »
Unité de force magnétomotrice...............	10^2 »
Unité de champ................................	1 »
Unité de perméabilité.........................	10^4 »

Toutes ces unités seraient d'un ordre de grandeur commode; deux unités existantes seraient conservées, le *volt* et l'unité de *champ* magnétique E. M. C. G. S. Les autres unités électriques se déduiraient des unités pratiques par l'unique facteur 1000, en multiplicateur ou en diviseur, ce qui faciliterait le changement.

Pour désigner les nouvelles unités électriques, et, si on le jugeait utile, les nouvelles unités magnétiques, on pourrait, suivant une suggestion déjà ancienne de M. A. Blondel, ajouter le préfixe *né* aux noms actuels des unités; ce préfixe pourrait d'ailleurs tomber au bout d'un délai suffisant pour qu'il n'existe plus aucun appareil gradué suivant les unités actuellement employées.

Enfin, la réforme serait heureusement complétée par l'adoption de préfixes pour désigner 10^9 et 10^{-9}.

ÉLECTRICITÉ. — *Oscillations de relaxation produites par un oscillateur à quartz piézoélectrique*. Note de M. **Panc-Tcheng Kao**, présentée par M. Ch. Fabry.

Considérons un oscillateur à quartz composé d'une triode entre la grille et le filament de laquelle est montée une lame de quartz piézoélectrique;

dans son circuit plaque sont intercalés en série un circuit antirésonant et un milliampèremètre convenablement shunté. Le circuit antirésonant est choisi de façon à couvrir une gamme de fréquences assez étendue, de part et d'autre de l'une des fréquences fondamentales du quartz ; si nous augmentons la capacité du condensateur variable de ce circuit, nous verrons qu'à un moment donné les oscillations du quartz s'amorcent, provoquant une chute brusque du courant plaque ; et cela bien avant que la fréquence propre du circuit antirésonant ne soit descendue à la fréquence imposée par le quartz. Si nous continuons à augmenter la capacité, les oscillations du quartz se désamorcent lorsque la fréquence propre du circuit antirésonant devient très voisine de la fréquence du quartz ; et, la capacité continuant à croître, les oscillations ne peuvent plus être réamorcées sur la même fréquence. Ceci s'explique facilement, l'oscillateur ne peut fonctionner que quand le circuit antirésonant est équivalent à une inductance.

Ajoutons que souvent il est nécessaire de fixer le potentiel de la grille par une résistance de fuite de plusieurs mégohms, shuntant le condensateur de grille contenant le quartz ; sinon, le fonctionnement n'est pas stable, car on risque d'amorcer les oscillations de relaxation du type de Fromy, par suite d'une polarisation excessive de la grille due au fonctionnement en oscillateur de haute fréquence. On sait que ce type d'oscillations de relaxation peut se produire dans toutes les hétérodynes à condensateur shunté de grille, en particulier lorsque la résistance de fuite est trop grande ; il ne faudra donc pas le confondre avec le nouveau genre d'oscillations de relaxation, de très longue période, que nous allons décrire.

Nous avons en effet observé une anomalie. Dans certains cas, alors que l'on maintient la capacité du circuit antirésonant fixe et égale à la valeur correspondant au décrochage des oscillations du quartz, on observe une fluctuation périodique, dans le milliampèremètre, du courant plaque. Les oscillations électriques de haute fréquence sont modulées par des battements de périodes assez variables de l'ordre d'une demi-seconde. Nous avons reconnu en ces battements des oscillations de relaxation. Pour les expliquer, je dois d'abord revenir en arrière. Je n'ai en effet pas encore signalé que la valeur C_1 de la capacité pour laquelle il y a décrochage des oscillations, quand nous dépassons la résonance, est différente de celle C_2 pour laquelle les oscillations s'amorcent, tout près de la résonance, quand nous revenons en arrière. En général, C_2 est très légèrement supérieur à C_1 ; l'écart $C_2 - C_1$ s'accroît cependant quand on augmente la tension plaque (de 40 à 80 volts par exemple) ; et il convient de spécifier que c'est C_1 qui diminue d'une façon marquée. La capacité d'amorçage C_2 est en effet à peu

près indépendante de la tension plaque, parce que nous partons d'un état de repos; au contraire, la capacité de décrochage C_1 en dépend fortement : nous partons d'un état oscillatoire qui est très influencé par la tension plaque, autrement dit, par l'amplitude de vibration du quartz, puisque le potentiel moyen de la grille, la résistance interne de la lampe, la fréquence propre du circuit antirésonant, voire même la fréquence du quartz, etc., sont tous fonctions de l'amplitude. Dès lors, pour toute valeur de la capacité comprise entre C_1 et C_2, nous avons tous les éléments nécessaires pour constituer un oscillateur de relaxation. Un parallèle avec un exemple bien connu illustrera mieux encore le phénomène.

Considérons le cas typique d'un oscillateur de relaxation ([1]) constitué par un tube à néon déchargeant périodiquement, en s'illuminant, un condensateur que charge continuellement une pile, à travers une forte résistance. Nous retiendrons dans cet exemple l'existence d'un organe C capable d'emmagasiner de l'énergie et d'un phénomène déclenchant le mouvement de retour à l'état initial, dès que l'énergie emmagasinée dans C atteint une certaine valeur.

L'organe qui emmagasine de l'énergie est dans notre oscillateur le quartz lui-même, ce qui explique la longue période observée. Le quartz possédant en effet un faible coefficient d'amortissement peut prendre une amplitude de vibration relativement grande, malgré la faible valeur de sa constante piézoélectrique, seulement il lui faut du temps. Si nous considérons l'énergie, elle est ici mécanique, sous forme vibratoire, mise en jeu par les vibrations du quartz, d'amplitude croissante et de signe variable (compression et détente). Cependant, cette énergie ne va pas indéfiniment en croissant, et ne tend pas vers un régime permanent, car il y a encore un phénomène analogue à la décharge disruptive du tube à néon, pour rendre le système instable. Ici, c'est le changement brusque de phase d'un circuit oscillant, au passage par la résonance. Ce passage est produit automatiquement par la variation de fréquence, soit du quartz, soit du circuit oscillant, soit des deux à la fois, en fonction de l'amplitude de vibration du quartz, puisque les conditions de fonctionnement du système auront varié, comme nous l'avons expliqué plus haut, suivant que le quartz vibre peu ou énergiquement. D'ailleurs le dépassement de la résonance n'est nullement nécessaire, il suffit simplement que la variation de la phase soit rapide en fonction de la variation de fréquence.

([1]) Pour plus de détails, voir Dr Balth Van der Pol, *Onde électrique*, 9, 1930, p. 245 à 256 et 293 à 312.

MINÉRALOGIE. — *Nouvelles observations sur le quartz* [1]. Note [2] de M. **R. Weil**, transmise par M. Pierre Weiss.

Type S. — Si l'on corrode par HF une lame normale à l'axe ternaire, on constate qu'au contraire des quartz du type L la lame donne des « cheveux » très nombreux *sur toute son étendue*. Les limites des plages biréfringentes sont dessinées par des touffes de grands cheveux, se transformant en fissures profondes lorsque la corrosion est avancée, dans des plans normaux aux faces du prisme, formant des étoilements à 120 ou à 60°. La partie centrale de la lame est recouverte d'étoilements identiquement orientés mais beaucoup plus petits (quelques dixièmes de millimètre, après 12 heures d'attaque à froid), partant de la surface et peu profonds, déterminant un aspect de nid d'abeilles indépendant des figures de corrosion. Les faisceaux de cheveux parallèles curvilignes ou en zigzags sont fréquents, ainsi que ceux parallèles aux axes binaires, même en l'absence de macles. On observe près des bords de la lame des inflexions des villosités comme dans le type L, mais les zones ainsi délimitées sont toujours petites; ce qui prédomine, c'est l'enchevêtrement des trois directions à 120°, les grands cheveux se ramifiant en petits étoilements, particulièrement ceux qui se propagent des bords des plages biréfringentes vers l'intérieur de celles-ci. Sur les faces du prisme et des rhomboèdres, les cheveux se développent très abondamment à partir des « lignes » décrites dans une Note précédente et par lesquelles passent les limites des plages biréfringentes les plus importantes. La disposition des cheveux est la même que dans le type L, mais ils se produisent sur toutes les faces avec la même abondance, la variation des orientations sur une même face étant beaucoup plus grande, les cheveux de même orientation étant concentrés en petites touffes s'interpénétrant fréquemment de la même manière que sur (0001). Ils sont aussi longs que ceux du type L, mais parfois aussi très courts et plus larges, faciles à observer dans les taches blanches apparaissant dans la corrosion des quartz enfumés. La répartition des cheveux étant fort complexe, on ne peut s'assurer des changements d'orientation produits par les macles habituelles du quartz. Les quartz tordus présentent les mêmes phénomènes, les cheveux encore plus imbriqués (ce qui est peut-être en relation avec les nombreuses macles du

---

[1] Voir *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 270 et 380.

[2] Séance du 3 novembre 1930.

Dauphiné présentes dans ces cristaux), mais ne paraissant pas plus tordus que dans les autres quartz. Les cheveux se forment encore à 150° C. par l'action de H^2SO^4 sur CaF^2 sans changements, et même jusque vers 300°, où ils deviennent plus courts, ayant l'aspect de bâtonnets. Il est encore à noter que les plages biréfringentes ne sont pas mises en évidence par les figures de corrosion comme celles du type L.

III. *Dissolution concave.* — On ne peut songer pour le quartz à réaliser une circulation continue d'une solution légèrement désaturée (voir G. Friedel, *Leçons de Cristallographie*). Il faut se borner à verser de l'acide HF, à la concentration voulue, dans la cavité et à le renouveler au fur et à mesure, le reste du cristal étant paraffiné. L'acide concentré et l'acide dilué ont donné des résultats identiques, seule la décroissance étant plus lente dans le second cas. On se trouve évidemment dans des conditions très différentes de la croissance convexe. Les cavités cylindriques, d'environ 10^{mm} de long et 4^{mm} de diamètre ont été percées soit parallèlement, soit perpendiculairement à l'axe ternaire dans des cristaux entiers ou dans divers tronçons d'un même cristal. Les opérations ont duré plusieurs semaines sans interruption.

Type L. — On obtient de véritables cristaux négatifs : prisme $(10\bar{1}0)$ très arrondi et couvert de figures de corrosion bien formées, surmonté de deux rhomboèdres assez arrondis et peu lisses, de 2 ou 3^{mm} de long, disposés comme $(10\bar{1}1)$ et $(01\bar{1}1)$ du cristal, les faces correspondant à $(10\bar{1}1)$ généralement mieux formées et plus développées, présentant des « Schichtfiguren » analogues à celles de croissance. Il se forme parfois aussi des faces rhombes ou plagièdres orientées comme celles du cristal. Il est malheureusement impossible de faire des mesures au goniomètre ni directement par transparence, ni sur des moulages qu'il est impossible d'obtenir par suite de l'adhérence de la matière fondue (soufre, plomb, alliages divers) aux figures de corrosion.

Les faces commencent à apparaître 4 ou 5 jours après le début de l'attaque à l'acide concentré; elles sont limpides mais il se forme toujours quelques cheveux, parfois courts et larges et donnant naissance à d'autres cristaux négatifs minuscules, d'autres fois très longs et très fins et traversant tout le cristal; ils apparaissent en général sur les parois de la cavité, rarement à l'extrémité, celle-ci se trouvant dans le noyau où les cheveux ne se forment plus. Les formes obtenues par dissolution de cavités perpendiculaires à Λ^3 et au prisme, très peu planes, ne montrent pas d'éléments de symétrie. La formation de cristaux négatifs très petits a aussi lieu lorsque la corrosion

habituelle de cristaux (non percés) est très poussée, à partir des cheveux les plus gros.

Type S. — La différence avec le type L est très grande : *jamais il n'apparaît la moindre face cristalline, jamais il ne se forme des cristaux négatifs* mais au contraire une *désagrégation complète* et qui n'est autre que l'accentuation des phénomènes manifestés lors de la corrosion d'une lame normale à A^3. Au bout d'une vingtaine d'heures avec l'acide concentré, de petites pointes partent de l'extrémité du trou et de la périphérie, l'enveloppant comme d'un nuage. Les pointes se développent principalement dans des plans perpendiculaires au prisme, en déterminant un certain nombre de grandes fissures, chacune d'elles étant formée d'un amas de cheveux très fins de même orientation, entourés eux-mêmes d'autres plus petits. Toute la partie attenant à la cavité devient opaque et les fissures s'étendent en largeur et en profondeur. Vues dans une section normale à l'axe, elles présentent le même aspect que dans les lames taillées et corrodées mais sur une plus grande profondeur.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Spectres de rayons X des gaz. Séries K du krypton et du xénon.* Note de M. **A. Dauvillier**, présentée par M. M. de Broglie.

Dans le but d'étudier les rayons X émis par des atomes libres bombardés par des électrons, nous avions autrefois projeté (1919) d'utiliser un jet unidirectionnel de vapeur condensable, se propageant dans un vide élevé les électrons arrivant normalement au jet. La mise en œuvre de cette méthode, appliquée à la vapeur de mercure, fut effectuée il y a quelques années avec la collaboration de M. Ponte, mais sans résultats certains, par suite de la condensation de la vapeur sur les parois et leur bombardement par des électrons diffusés.

Nous avons repris cette étude en établissant un tube de Lenard envoyant des électrons dans une enceinte étanche contenant le gaz émissif et munie d'une fenêtre transparente aux rayons X. Une première application de la méthode a été faite à l'étude des séries K encore inconnues des gaz rares. Ceux-ci nous ont été fournis par MM. G. Claude et A. Lepape.

Le tube de Lenard comporte une cathode incandescente en forme de tore disposée dans une cupule sphérique. Un large foyer homogène est produit sur l'anode perforée, puissamment refroidie, supportant la fenêtre transparente. Celle-ci est une feuille d'aluminium de 4 μ. Sa surface utile est de

l'ordre du centimètre carré et son seuil de transparence d'environ 20 kv. Le rendement global de l'anode, c'est-à-dire le rapport du flux d'électrons transmis au flux incident, est voisin de 2 pour 100 pour la tension de 45 kv. Sa puissance est de plusieurs hectowatts en régime continu.

Le récipient anticathodique est directement scellé sur l'anode. Il est assez spacieux pour que les électrons diffusés n'atteignent ni les parois, ni la fenêtre transparente qui est de cellophane. Les rayons X issus de la fenêtre d'aluminium du tube électronique ne peuvent géométriquement être transmis par le collimateur du spectrographe à rayons X.

La pression du gaz anticathodique est contrôlée par un manomètre à mercure recouvert d'huile. Elle est choisie de telle sorte que le volume de l'anticathode soit de l'ordre d'une dizaine de centimètres cubes pour la tension de régime, ce qui correspond à une quinzaine de centimètres de mercure pour le krypton sous 45 kv ou le xénon sous 60 kv. Ce volume est le siège d'une forte luminosité, identique à la lueur négative qui serait produite dans un tube à vide contenant le même gaz raréfié. La puissance dépensée dans le gaz est mesurée thermométriquement par le tube barométrique étalonné au moyen d'un filament chauffé contenu dans le récipient anticathodique. Cette puissance est de quelques watts.

Les rayons cathodiques issus de la fenêtre transparente demeurent assez homogènes et rectilignes et leur énergie peut être considérée comme égale à la tension appliquée au tube diminuée du seuil de transparence. Ce point a été vérifié par le potentiel critique K du xénon qui est de 34 kv. Une longue pose effectuée sous 45 kv. ($V_{eff} = 25$ kv) n'a pas montré les raies K tandis qu'une pose six fois plus courte effectuée sous 60 kv ($V_{eff} = 40$ kv) en a immédiatement montré le spectre.

Les séries K du krypton et du xénon ont été obtenues avec des poses de quelques heures et la dispersion de 20 X par millimètre. Elles sont tout à fait comparables à celles des autres éléments. Vu la faible dispersion utilisée, les doublets $\beta\gamma$ et $\alpha_1\,\alpha_2$ sont confondus. Nous avons obtenu :

	$\alpha_1\,\alpha_2$.	β.
36 Kr	978	875
54 X	417	360

Ces valeurs sont exactes à quelques unités X près et s'accordent convenablement avec les prévisions théoriques vu la faiblesse des raies.

Le *rendement* de l'anticathode gazeuse de xénon pour les rayons caractéristiques est tout à fait comparable à celui d'une anticathode cristalline

comme nous l'avons observé en disposant dans le récipient anticathodique évacué un écran incliné d'iodure alcalin.

Le *spectre continu* émis par le gaz est malheureusement encore actuellement trop faible pour qu'il soit possible d'en préciser la limite et la distribution de l'énergie. Il serait important de l'enregistrer à densité gazeuse variable, ainsi que selon diverses tranches gazeuses successives. L'anticathode gazeuse apparaîtrait ainsi supérieure aux anticathodes solides minces, utilisées avec ou sans support, pour l'étude de la genèse du spectre continu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du fluor sur le charbon de bois. Points de fusion et d'ébullition du tétrafluorure de carbone.* Note de MM. **P. Lebeau** et **A. Damiens**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une précédente Note (¹), nous avons indiqué les principaux caractères du tétrafluorure de carbone, composé différent de celui qui avait été antérieurement décrit par divers auteurs. Récemment, O. Ruff et R. Keim (²) ont préparé, de nouveau, ce composé en utilisant la méthode que nous avions employée, c'est-à-dire en faisant agir le fluor sur le charbon de bois.

Nous avons, depuis notre première publication, poursuivi nos recherches relativement à l'action du fluor sur les différentes variétés de carbone, en vue de préparer le tétrafluorure de carbone dans un grand état de pureté, et en quantité assez importante pour nous permettre de préciser ses constantes physiques essentielles.

Nous voulions également étudier les homologues supérieurs dont nous avions décelé l'existence.

Dans cette première série d'expériences, nous avons fait réagir le fluor sur du charbon de bois soumis à des purifications répétées et placé, comme dans nos essais antérieurs, dans un tube de cuivre. Il a été ainsi obtenu environ 10 litres d'un gaz constitué par plusieurs fluorures de carbone. Ce mélange est privé des traces d'oxygène qu'il contient par action lente du phosphore blanc. Il est ensuite lavé avec une solution faible de soude, puis séché. Soumis à une température voisine de —190, il se condense en un

(¹) P. Lebeau et A. Damiens, *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 1340.
(²) O. Ruff et R. Keim, *Z. anorg. Chem.*, **192**, 1930, p. 249.

liquide incolore, dont le point d'ébullition varie entre de larges limites, ce qui prouve son hétérogénéité.

La portion la plus volatile a été séparée en procédant à une extraction par le vide sous la très faible tension de vapeur que le mélange possède à la température de l'air liquide, tension qui n'est que de quelques millimètres de mercure. Cette première opération a été faite en deux fois, et dans chaque cas sur le condensat provenant de 5 litres de gaz. Les portions correspondantes de ces deux fractionnements ont été ensuite mélangées, et nous avons procédé, de nouveau, pour chacune d'elles, à une extraction semblable des produits ayant une tension de vapeur, entre — 180 et — 185°.

Ces opérations, qui doivent être très régulièrement conduites pour réaliser une séparation satisfaisante, ont été extrêmement longues, et elles nous ont permis d'obtenir 5 litres de tétrafluorure de carbone pur.

Le point d'ébullition, que nous avions fixé vers — 150° dans notre première publication, a fait l'objet de nouvelles déterminations sur le liquide résultant de la condensation d'un litre de gaz très pur. En raison de la mauvaise conductibilité du liquide pour la chaleur et des difficultés pour réaliser une agitation suffisante, il y a intérêt à opérer sur des quantités de matières non exagérées. Le point d'ébullition observé a été de — 126°, sous la pression de 760^{mm} de mercure. (Points de référence : P. E. de l'éthylène; — 103°,5, P. E. de l'oxyde azotique, — 149°,9.) O. Ruff et R. Keim ont indiqué comme point d'ébullition — 130°.

Selon ces derniers auteurs, le tétrafluorure de carbone aurait un point de fusion de — 186°,3. Nous avons observé que ce corps restait toujours liquide à la température de — 188°, température évaluée au moyen d'un thermomètre à méthane, en concordance d'ailleurs avec notre couple thermo-électrique.

En abaissant la température à — 195°, il y a solidification totale, et la liquéfaction se produit nettement dans la période de réchauffement à — 191°. Cette température peut être considérée comme le point de fusion le plus approché du tétrafluorure de carbone.

Dans les portions lourdes du fractionnement, nous avons pu isoler deux composés gazeux : l'hexafluoréthane, C^2F^6, de l'octofluopropane, C^3F^8, et des corps à poids moléculaires plus élevés dont nous poursuivons l'étude.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude roentgenographique des produits obtenus par l'action des acides halogénés sur les sulfates mercuriques et Diagramme de fusion du système* $HgI^2 - HgSO^4$. Note (¹) de M. **M. Paić**, présentée par M. G. Urbain.

I. On fait réagir les hydracides halogénés à l'état gazeux sur $HgSO^4$. Les réactions sont faites aux températures de 130° avec HCl, 105° et 250° avec HBr, et 18° avec HI; on obtient alors des produits d'aspect humide, qui sont très hygroscopiques. Ils donnent, avec le saccharose, la réaction caractéristique de l'acide sulfurique libre. Après le séchage sur plaques poreuses, l'hygroscopicité disparaît presque complètement. Les roentgenogrammes de ces produits sont identiques à ceux des halogénures mercuriques correspondants.

Les mêmes conclusions sont valables en ce qui concerne les produits obtenus par l'action des acides halogénés gazeux sur $3HgO.SO^3$, à 0°. En outre on observe toujours la condensation de H^2O sur les parois du vase où la réaction a lieu.

Le produit obtenu par l'action de HBr gazeux sur $HgSO^4$ à 105°, présente, après 2 heures de réaction, une augmentation de poids correspondant à une molécule de HBr. Ce produit donne également la réaction de l'acide sulfurique libre. Son diagramme correspond au mélange de $HgSO^4$ et $HgBr^2$.

II. L'évaporation à sec, au bain-marie, des solutions de $HgSO^4$, d'une part, et de $3HgO.SO^3$, d'autre part, dans les acides halogénés, donne des produits de même aspect et ayant mêmes caractères que ceux décrits ci-dessus.

III. Si l'on chauffe vers 300°, dans un appareil approprié, les halogénures mercuriques, avec la quantité équivalente de H^2SO^4 concentré, le mélange fond, et la masse fondue se sépare en deux couches. Des vapeurs se dégagent et se condensent sur la partie froide de l'appareil. Par les méthodes indiquées plus haut, on trouve que la masse sublimée est un mélange d'acide sulfurique et d'halogénure mercurique correspondant.

Dans le cas de $HgCl^2$ et $HgBr^2$ tout se volatilise sans aucun résidu; H^2SO^4 réagit par contre sur HgI^2 et forme $HgSO^4$ et HI, qui se décompose; HgI^2 inaltéré réagit avec $HgSO^4$ en formant une substance qui,

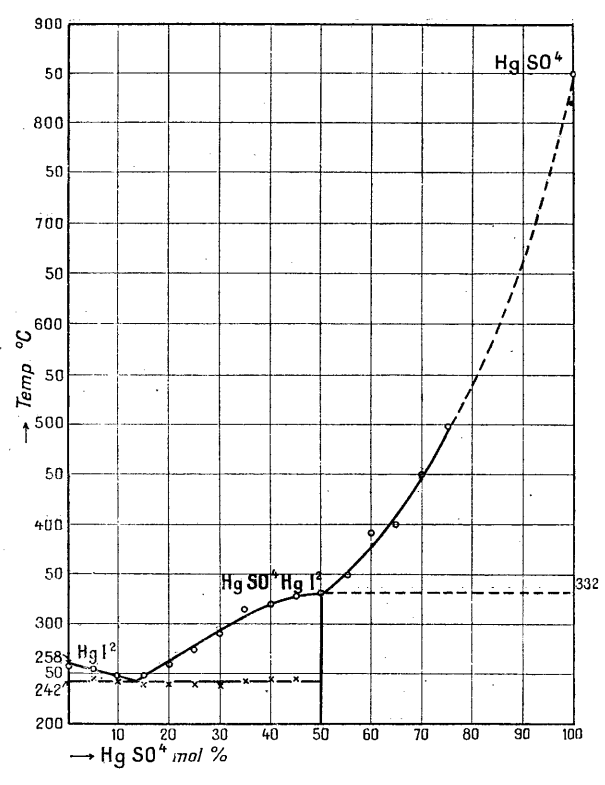
(¹) Séance du 10 novembre 1930.

après le refroidissement, cristallise sous forme de cristaux blancs jaunâtres. Chauffés pendant 3 heures vers 350°, ces cristaux dégagent continuellement HgI^2, et enfin il ne reste que $HgSO^4$. L'eau froide décompose immédiatement cette substance. Les cristaux donnent un roentgenogramme qui leur est propre. L'analyse chimique montre qu'il s'agit d'une combinaison de formule $HgSO^4HgI^2$:

Formule présumée........................	$HgSO^4HgI^2$
Nombre de molécules de $HgSO^4$...........	1,05
Nombre de molécules de HgI^2.............	0,98

L'analyse thermique du système HgI^2-HgSO^4 prouve également l'existence de cette combinaison.

IV. On détermine, dans des petits tubes scellés, le point de fusion du mélange de HgI^2 et $HgSO^4$. Les résultats sont représentés graphiquement dans la figure ci-dessous.



V. De ces expériences se dégagent les conclusions suivantes :

1° Les acides halogénés, à l'état gazeux ou en solution aqueuse, agissent

sur $HgSO^4$ et $3HgO.SO^3$ en formant H^2SO^4 et les halogénures mercuriques correspondants.

2° H^2SO^4 concentré (de même que l'acide sulfurique dont la concentration correspond à la formule $H^2SO^4.H^2O$) n'agit ni sur $HgCl^2$ ni sur $HgBr^2$; à une température de 300° à 350°, H^2SO^4 réagit par contre sur HgI^2, en formant $HgSO^4$ et HI; dans ces conditions la combinaison $HgSO^4.HgI^2$, trouvée par Souville (1) et contestée depuis par Ditte (2), prend naissance.

3° L'existence des combinaisons additives de formules $HgSO^4.2HCl$ [Ditte (3), Ephraim (4), Baskerville (5)], $HgSO^4.2HBr$, $3HgO.SO^3.6HCl$, $3HgO.SO^3.6HBr$ [Ditte (3)], $HgSO^4.HCl$, $HgSO^4.2HCl.H^2O$ [Baskerville (5)], $HgSO^4.HBr$ [Ephraim et Schärer (6)], admises dans les conditions où nous avons opéré, ne saurait donc être retenue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de bromure d'éthylmagnésium sur la* N-*diéthylmonochloroacétamide*. Note (7) de M. **Sou Phou Ti**, présentée par M. A. Béhal.

A la suite des travaux de Bouveault (8) et de Mlle Montagne (9) on sait que la réaction des dérivés organomagnésiens sur les amides N-dialcoylées conduit d'une façon générale à une aldéhyde ou une cétone et une amine tertiaire, ou seulement à l'un ou l'autre de ces corps. Nous avons entrepris l'étude de l'action des dérivés organomagnésiens sur la N-diéthylmonochloroacétamide dans l'espoir d'obtenir soit une cétone chlorée soit une amine chlorée.

Dans l'action du bromure d'éthylmagnésium sur la N-diéthylmonochloroacétamide il est assez frappant de constater qu'il ne se forme aucun des deux corps attendus, et le produit principal qu'on isole après traitement

---

(1) Souville, *Journal de Pharm.*, **26**, 1840, p. 475.
(2) A. Ditte, *Comptes rendus*, **140**, 1905, p. 1162.
(3) A. Ditte, *Ann. de Chimie*, **17**, 1879, p. 120; *Comptes rendus*, **87**, 1879, p. 794.
(4) F. Ephraim, *Ber. dtsch. chem. Ges.*, **58** B, 1925, p. 2262.
(5) Ch. Baskerville, *J. Am. Chem. Soc.*, **23**, 1901, p. 894.
(6) F. Ephraim et A. Schärer, *Ber. dtsch. chem. Ges.*, **61**, 1928, p. 2161.
(7) Séance du 20 novembre 1930.
(8) *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, **31**, 1904, p. 1322.
(9) *Ann. de Chimie*, 10e série, **13**, 1930, p. 40.

aux alcalis est un aminoalcool. Cet aminoalcool qu'on obtient avec un rendement de 20 pour 100 est très vraisemblablement le diéthylamino-2-éthyl-2-butenol-1

$$(C^2H^5)^2\underset{\substack{|\\ N(C^2H^5)^2}}{C}.CH^2OH.$$

La condensation est effectuée en milieu éthéré dans la proportion de trois molécules de bromure d'éthylmagnésium pour une molécule de N-diéthylmonochloroacétamide. L'aminoalcool ainsi formé a été purifié par cristallisation de son picrate au sein du benzène; c'est un liquide incolore d'odeur faiblement basique, bouillant à 90° sous 18^{mm} (picrate F. 99°, chloroplatinate F. 40°-1141°).

En chauffant cet aminoalcool pendant 3 heures au bain-marie avec un excès d'anhydride acétique, il se produit une éthérification et l'on isole une huile bouillant de 97° à 98° sous 13^{mm}. C'est l'acétate de diéthylamino-2-éthyl-2-butyle

$$CH^3CO^2CH^2\underset{\substack{\|\\ (C^2H^5)^2}}{C}-N(C^2H^5)^2 \qquad \text{(picrate F. 130°-131°).}$$

Ce fait confirme la présence d'une fonction alcool dans la molécule.

Il se forme d'autres produits basiques dans la réaction. Tout d'abord on isole une assez notable quantité de diéthylamine, puis, bouillant à 169° sous la pression ordinaire, on sépare, avec un rendement de 1 pour 100 environ, un liquide d'odeur faiblement basique, donnant un picrate fondant à 74° et un chloroplatinate fusible à 142°-143°. Cette base décolore l'eau de brome et réduit fortement le permanganate de potassium en solution sulfurique. C'est une base éthylénique de composition $C^{10}H^{21}N$, comme l'indiquent les analyses de la base elle-même et de ses dérivés solides.

Après l'aminoalcool bouillant à 90° sous 18^{mm}, des rectifications répétées permettent d'obtenir une fraction bouillant à 125°-126° sous 20^{mm}, contenant de l'oxygène donnant un picrate (F. 121°) et un chloroplatinate (F. 164°-165°), c'est la diéthylamide de l'acide diéthylaminoacétique $(C^2H^5)^2NCH^2CON(C^2H^5)^2$ comme le montre la synthèse de ce corps effectuée en faisant agir la diéthylamine sur la N-diéthylmonochloroacétamide. La diéthylamide diéthylaminoacétique a été obtenue déjà par Hahn et Loos [1], d'après ces auteurs le picrate correspondant fond à 133°.

---

[1] *Ber. d. deut. chem. Ges.*, 51, 1918, p. 1436-1447.

Enfin le produit supérieur de la réaction est une huile sirupeuse et jaunâtre bouillant à 160°-162°, sous 14^mm l'analyse assigne à ce corps une composition voisine de $C^{16}H^{34}N^2O^2$, le titrage acidimétrique montre que c'est une base, mais nous n'avons pu en obtenir aucun dérivé cristallisé. L'anhydride acétique est sans action sur lui, un essai de saponification par l'acide bromhydrique à 48 pour 100 ne nous a pas permis d'élucider la constitution de ce corps.

Les seuls produits neutres isolés dans la réaction ont été une trace de diéthylacétaldéhyde (semicarbazone F. 95°) et une petite quantité d'amide chlorée initiale.

Nous poursuivons cette étude; les propriétés et la constitution de l'aminoalcool et de la base éthylénique qui l'accompagne feront l'objet d'une communication ultérieure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la* N-*alcoylation des* β-*amino-éthers.* Note [1] de M. **J. Décombe**, présentée par M. A. Béhal.

Nous avons montré dans une précédente Communication [2] qu'on peut obtenir les éthers β-aminés en hydrogénant par l'amalgame d'aluminium les acétyl- ou les benzoylhydrazones des éthers β-cétoniques. Lorsqu'on cherche à alcoyler ces amino-éthers par la méthode classique avec les iodures d'alcoyles, on rencontre de sérieuses difficultés qui tiennent, pour une part, à l'impossibilité de fractionner par distillation le mélange obtenu, et pour une autre part, à l'instabilité du groupement aminé, qui, sous l'action des iodures d'alcoyles, s'élimine partiellement, même à froid, en transformant la molécule primitive en éther non saturé, suivant le schéma

$$R - CH(NH^2) - CH^2 - CO^2C^2H^5 \rightarrow NH^3 + R - CH = CH - CO^2C^2H^5.$$

Cette instabilité de la fonction basique paraît être une des propriétés caractéristiques de la position β; Gault [3] l'avait déjà observée dans l'étude de l'action hydrogénante du sodium et de l'alcool absolu sur l'éther β-aminopropionique.

Une autre méthode donne heureusement de meilleurs résultats, tout au

---

(1) Séance du 10 novembre 1930.

(2) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 268.

(3) *Comptes rendus*, **145**, 1907, p. 126.

moins en ce qui concerne la préparation des dérivés monoalcoylés à l'azote; c'est celle qui consiste à hydrogéner, en présence d'un catalyseur, un mélange de β-amino-éther et d'aldéhyde. Des réactions analogues ont déjà été effectuées par différents auteurs. Einhorn et Pfeiffer (1) préparèrent la butylbenzylamine en hydrogénant par l'amalgame de sodium un mélange d'aldéhyde butylique et de benzylamine. Mignonac (2) prépara des amines en hydrogénant un mélange de cétone et d'ammoniac par l'hydrogène sous pression en présence de nickel réduit. Enfin, Skita (3) prépara des amines alcoylées à l'azote en hydrogénant en présence de platine colloïdal un mélange d'amine et d'aldéhyde. Il est naturel d'admettre que, sous l'action de l'aldéhyde, l'amine donne une imine aldéhydique qui est ensuite hydrogénée suivant le schéma

$$R - NH^2 + R'CHO = H^2O + R - N = CH - R' \xrightarrow{H} RNH^2CH^2 - R'$$

Nous avons employé comme catalyseur l'oxyde de platine préparé suivant les indications d'Adams (4). Le mélange équimoléculaire préparé en solution alcoolique et bien refroidie, d'éther β-aminobutyrique et d'acétaldéhyde, par exemple, absorbe rapidement la quantité théorique d'hydrogène. Malheureusement il se fait au cours de l'hydrogénation une certaine quantité de produits résineux, de sorte que les rendements ne dépassent pas 70 pour 100 environ; mais la base secondaire obtenue est parfaitement pure.

L'éther β-éthylaminobutyrique bout à 74-75° sous 12^{mm}, son chlorhydrate fond à 125° et l'acide éthylaminobutyrique à 169-170°.

L'éther β-éthylaminocaproïque bout à 110-111° sous 20^{mm}, son chlorhydrate fond à 79°.

L'éther β-éthylaminocaprylique bout à 130-132° sous 20^{mm}, son chlorhydrate est très hygroscopique et fond aux environs de 60°, l'acide éthylaminocaprylique fond à 140-141°.

Quand on veut passer par la même voie des dérivés monoalcoylés précédemment obtenus aux dérivés dialcoylés à l'azote, on constate que le phénomène n'est plus aussi simple. Skita, qui employa cette méthode à la préparation d'un certain nombre de bases tertiaires, signale, sans donner de mécanisme, que la réaction est pour une aldéhyde donnée, limitée par le

(1) *Liebig's Annalen*, **310**, 1900, p. 226.
(2) *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 223.
(3) *Ber. d. deut. chem. Ges.*, **63**, 1930, p. 38.
(4) *Organic Syntheses*, **8**, p. 10.

poids moléculaire de l'amine secondaire et réciproquement. Dans le cas actuel, si l'on emploie une aldéhyde à poids moléculaire faible, on constate que l'absorption d'hydrogène est paresseuse, toujours déficitaire et l'on obtient un mélange d'aminoéthers que la distillation est impuissante à fractionner. En opérant avec une aldéhyde à poids moléculaire plus élevé, la distillation permet la séparation d'une petite quantité de dérivé dialcoylé à l'azote; c'est ainsi que nous avons pu préparer l'éther éthylbutyl-aminobutyrique à partir de la butyraldéhyde et de l'éther éthylaminobutyrique.

L'éther β-éthylbutylaminobutyrique est une huile incolore, d'odeur animale assez peu accentuée, bouillant à 118-119° sous 15^{mm}; son chlorhydrate est visqueux, mais son chloroplatinate est un précipité microcristallin.

L'action des iodures d'alcoyles sur les amino-éthers monoalcoylés ne donne pas de meilleurs résultats qu'avec les amino-éthers à fonction amine primaire.

Nota. — Le point d'ébullition de l'éther β-aminobutyrique est de 68-69° sous 17^{mm} et non de 82° sous 20^{mm} comme nous l'avons indiqué par erreur dans notre dernière communication.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation d'éthers δ-cétoniques.* Note de Mlle **S. Grateau**, présentée par M. Delépine.

On ne connaît pas jusqu'ici de méthode pratique pour la préparation des acides acétoniques de formule générale $C^6H^5CO(CH^2)^nCOOH$. Les corps de cette forme qu'on trouve dans la littérature ont été obtenus pour la plupart comme produits accessoires dans la réaction de Friedel et Crafts appliquée aux dichlorures de diacides [1] : à côté de la dicétone

$$C^6H^5CO(CH^2)^nCOC^6H^5$$

formée dans ces conditions et constituant le produit principal de la réaction, on isole, en effet, dans tous les cas, une petite quantité d'acide cétonique $C^6H^5CO(CH^2)^nCOOH$ correspondant à la condensation du benzène avec une seule des fonctions chlorure d'acide.

Nous avons pensé que la réaction de Friedel et Crafts, appliquée aux chlorures-éthers de diacides, pourrait permettre d'accéder aisément aux acides ω-cétoniques $C^6H^5CO(CH^2)^nCOOH$. La méthode élégante de

(1) Auger, *Ann. Phys. Chim.*, 6e série, 22, 1891, p. 289; Etaix, *Ann. Phys. Chim.*, 7e série, 9, 1896, p. 356.

MM. Fourneau et Sabetay (¹) rend très facile maintenant la préparation des monoéthers de diacides. Nous avons préparé suivant cette méthode l'adipate acide d'éthyle et nous l'avons transformé en chlorure par l'action du chlorure de thionyle.

Nous avons constaté que ce chlorure, condensé dans des conditions convenables avec le benzène en présence de chlorure d'aluminium, fournit en effet le δ-benzoyl-valérate d'éthyle avec un rendement de 80 pour 100. Cet éther δ-cétonique bouillant à 164° sous 3^{mm}, ne nous a donné aucun dérivé solide; saponifié, il fournit l'acide δ-benzoyl-valérique fondant à 71°, donnant une semicarbazone dont le point de fusion instantané est de 183°. Enfin, cyclisé par l'éthylate de sodium, il fournit l'α-benzoylcyclopentanone, bouillant à 137° sous 3^{mm} (semicarbazone F : 223° au bloc Maquenne). Tous ces dérivés ont été obtenus déjà par M. Bauer (²).

Par réduction de la fonction cétone du δ-benzoylvalérate d'éthyle, on a un moyen simple de préparer l'éther ε-phénylcaproïque dont la préparation est jusqu'ici assez laborieuse. La méthode de Clemmensen convient particulièrement dans ce cas; Bosche (³) l'a appliquée déjà à l'éther, δ-benzoyl-valérianique, mais il obtint un éther phénylcaproïque bouillant mal et souillé de produits non saturés. Nous avons trouvé que, par ébullition prolongée, le δ-benzoylvalérate d'éthyle, en solution alcoolique, se transforme, en présence du zinc amalgamé et d'acide chlorhydrique, en ε-phénylcaproate d'éthyle bouillant bien à 162°-164° sous 12^{mm}. Cet éther réduit nettement le permanganate de potassium; cependant, par saponification, il fournit un acide bouillant à 186°-188° sous 11^{mm}, se solidifiant par refroidissement et fondant à +11°, et qui paraît homogène; il donne, en effet, quantitativement, une anilide fondant à 80° et une paratoluide en fines aiguilles de point de fusion 78°, correspondant, comme le montre l'analyse, à l'acide ε-phénylcaproïque. Pour l'acide ε-phénylcaproïque, V. Braun indique le point d'ébullition 180°-190° sous 17^{mm} et pour l'éther 161°-163° sous 13^{mm} (⁴).

Nous avons entrepris également de réduire la fonction cétone du δ-benzoylvalérate d'éthyle en fonction alcool secondaire dans l'intention de préparer l'ε-ε-phénylhydroxycaproate d'éthyle; nous donnerons ultérieurement les résultats de nos recherches sur ce point.

(¹) *Bull. Soc. chim. de France*, 4ᵉ série, 43, 1928, p. 859.
(²) *Ann. Phys. Chim.*, 9ᵉ série, 1-2, 1914, p. 394.
(³) *Deutsch. Chem. Ges. Ber.*, 52, 1919, p. 2084.
(⁴) *Deutsch. Chem. Ges. Ber.*, 44, 1911, p. 2867.

En résumé, la réaction de Friedel et Crafts appliquée au chlorure-éther de l'acide adipique constitue une excellente méthode de préparation du δ-benzoylvalérate d'éthyle et la réduction de cet éther conduit à l'acide phénylcaproïque. La généralisation de ces deux réactions à d'autres chlorures-éthers de diacides et à d'autres carbures permettrait d'obtenir aisément les acides cétoniques $ArCO(CH^2)^nCOOH$ ainsi que les acides ω-arylés $Ar(CH^2)^nCOOH$, ces deux séries de corps étant difficilement accessibles. Nous nous réservons de développer cette étude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un catalyseur d'autoxydation de l'acide urique.* Note de M. **Frèrejacque**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'étude de l'oxydation des solutions d'acide urique dans la potasse aqueuse a conduit Biltz à une hypothèse expliquant le mécanisme de la dégradation de l'acide urique lors de son oxydation. Cette hypothèse ne rend pas compte de tous les faits observés, en particulier par Piaux (¹), More (²), etc. Aussi avons-nous été amené à reprendre l'étude de l'oxydation de ces solutions par l'oxygène gazeux; on sait qu'en effet les solutions alcalines d'acide urique sont autoxydables; on admet en général qu'elles absorbent en s'autoxydant deux atomes d'oxygène par molécule d'acide urique. Ces solutions ne s'oxydant qu'en présence d'un excès d'alcali, il y a toujours lieu de craindre que cet excès d'alcali, réagissant sur les uréides formés au cours de l'oxydation, ne complique l'étude du phénomène; aussi avons-nous d'abord cherché un catalyseur qui permette de réduire considérablement la durée de l'autoxydation. Le charbon actif que nous avons utilisé comme catalyseur répond à cette condition, puisqu'une solution alcaline d'acide urique qui n'est oxydée complètement qu'après 15 heures d'agitation dans l'oxygène, est au contraire complètement oxydée en 10 minutes si on l'additionne de 5 pour 100 de charbon actif.

Le charbon actif catalyse de même l'oxydation des solutions alcalines des acides 1-méthylurique, 1.3-diméthylurique, oxyméthylénurique, 7-méthylurique; le premier de ces acides est oxydé en quelques minutes, le dernier est oxydé lentement mais totalement, alors que son oxydation totale sans catalyseur paraît impraticable.

Les solutions alcalines d'allantoïne elles-mêmes s'autoxydent en présence de charbon actif, autoxydation lente qui donne environ 30 pour 100 d'oxonate de potassium; cette

---

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 39, 1926, p. 1471.

(²) *Thèse Pharmacie*, 1924.

autoxydation est sans doute passée inaperçue par suite de l'hydrolyse prépondérante de l'allantoïne en acide allantoïque, si l'on n'utilise pas de catalyseur.

Par contre, les autres purines (xanthine, hypoxanthine, caféine, théobromine, etc.) résistent à l'autoxydation même en présence de charbon. Il en résulte un procédé très simple pour obtenir la xanthine pure à partir de la xanthine brute préparée par réduction de l'acide urique (¹) : en agitant la solution alcaline du produit de réduction avec du charbon actif en atmosphère d'oxygène ou même dans l'air, on détruit *entièrement* l'acide urique qui souille la xanthine.

L'autoxydation de l'acide urique en présence de charbon devient si rapide que la température de la solution alcaline qui s'oxyde s'élève notablement. Le volume d'oxygène absorbé pour l'oxydation totale correspond toujours à la fixation d'une quantité d'oxygène comprise entre 1 et 2 atomes d'oxygène par molécule d'acide urique; ce volume est d'autant plus grand que l'oxydation a lieu à plus basse température; il est d'autant plus faible que la concentration en charbon est plus grande.

Corrélativement, la liqueur oxydée à la température ordinaire fournit après acidulation par l'acide acétique un mélange d'uréide glyoxylique (allantoïne) et d'uréide oxalique (oxonate de potassium). Les uréides isolés correspondent à 75-80 pour 100 de l'acide urique mis en œuvre; plus on a fixé d'oxygène, plus on obtient d'uréide oxalique.

L'emploi du charbon nous a permis d'isoler l'amide correspondant à l'acide oxonique. Si l'on oxyde à 0° une solution alcaline d'acide urique tenant 1 pour 100 de charbon, il n'y a pas élimination d'ammoniaque; la solution oxydée (qui a fixé $1^{at},9$ d'oxygène) acidulée après élimination rapide du charbon laisse déposer de l'oxonamide que nous avons identifié à l'oxonamide récemment décrite par More (*loc. cit.*).

En résumé, il faut admettre que l'autoxydation de l'acide urique (I) conduit toujours à un mélange d'allantoïne (II) et d'oxonamide (III), sans qu'on puisse admettre que l'oxonamide provienne de l'oxydation de l'allantoïne.

```
        /NH—CO
       /    |
   CO<      C—NH\
      \     ||    >CO
       NH—C—NH/
          (I).

   /NH—CH—NH.CO.NH²         /NH—C=N.CO.NH²
CO<     |                CO<    |
   \NH—CO                   \NH—CO
      (II).                    (III).
```

(¹) *J. f. prakt. Chem.*, **118**, 1928, p. 168.

A notre avis, cette particularité s'explique facilement si l'on admet que l'acide urique s'oxyde suivant un schéma maintes fois proposé pour les oxydations : formation d'un peroxyde UO^2, susceptible d'être décomposé en $UO + O$ (le charbon catalysant cette décomposition), la dégradation de UO^2 et UO, sous l'action des réactifs, conduisant à l'oxonamide et à l'allantoïne. Cette hypothèse paraît confirmée par des expériences qui seront publiées ultérieurement. Elle conduirait à admettre que les dégradations biologiques de l'acide urique, qui ne semblent jamais conduire à un uréide oxalique, ont toujours lieu sous l'action de diastases accompagnées de catalase.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'extraction des bases des eaux de condensation du goudron primaire.* Note de MM. **A. Travers** et **Franquin**, présentée par M. Matignon.

L'extraction des bases des eaux de condensation du goudron primaire, et leur dosage, constituent des problèmes assez délicats.

La teneur de ces eaux en bases pyridriques est en effet de l'ordre du gramme par litre, et la présence d'ammoniaque, en quantité 6 à 7 fois plus grande, augmente la difficulté de la séparation.

On ne peut songer à extraire les bases qu'en traitant les eaux par un solvant organique.

L'extraction au benzène, appliquée industriellement, et qui enlève jusqu'à 90 pour 100 des phénols dissous dans l'eau, élimine aussi une fraction importante des bases, mais il s'établit un équilibre entre la phase aqueuse et la phase carbure. Les bases pyridiques améliorent d'ailleurs l'extraction des phénols par le benzène, en raison des complexes d'addition qu'elles forment avec les phénols (¹).

Pour extraire les bases de l'eau, il paraît donc plus logique, du moins dans des essais de laboratoire, de séparer d'abord les phénols de l'eau, en distillant les eaux sur un *excès* d'alcali (30 pour 100 NaOH); c'est seulement dans ces conditions en effet que les phénates de bases pyridriques, présents dans l'eau, peuvent être détruits, et que les bases totales sont libérées.

(¹) Hattcher et Skirow ont étudié, par analyse thermique, quelques-uns de ces complexes avec la pyridine (*Amer. Chem. Sy*, 39, 1907, p. 1939).

Le distillat, renfermant la totalité de l'ammoniaque et des bases, est alors épuisé un certain nombre de fois à l'éther : l'expérience, faite sur des essais synthétiques, montre qu'en traitant les eaux 5 fois par leur demi-volume d'éther, on enlève 95 pour 100 des bases.

L'éther est ensuite éliminé par distillation à basse température (0°). Il reste une phase aqueuse, provenant de la solubilité de l'eau dans l'éther, et renfermant la totalité des bases, qu'on a ainsi concentrées dans un petit volume (10^{cm^3} environ). Elles renferment encore des traces d'ammoniaque, décelables au réactif de Nessler; mais en faisant barboter un courant d'air *décarbonaté* dans la phase aqueuse, maintenue à *zéro degré*, on arrive à l'éliminer pratiquement.

On peut ensuite utiliser l'insolubilité des bases dans la soude concentrée, 40 pour 100, pour les faire surnager *quantitativement*.

L'expérience montre en effet que la méthode est satisfaisante, quand la concentration en bases atteint 2,5 pour 100, ce qui est le cas des expériences précédentes. En opérant dans des éprouvettes graduées, bouchées à l'émeri, on peut doser les bases par une simple lecture de volume.

Cette méthode, appliquée à la recherche des bases dans le benzène ayant servi à extraire les phénols des eaux, donne des teneurs de l'ordre de 7 à 8^g par litre de benzène, c'est-à-dire qu'il y a un enrichissement en bases de la phase carbure, par rapport à l'eau initiale.

GÉOLOGIE — *La structure de la chaîne pénibétique entre Antequera et Loja* (*Andalousie*). Note de M. **Maurice Blumenthal**.

Les recherches exécutées dans les Cordillères au centre de la Province de Malaga [1] ont été poussées en 1930, dans la zone pénibétique, plus vers l'Est, jusqu'aux abords de la ville de Loja (province de Grenade). Ces chaînes forment un complexe montagneux très abrupt et sont jalonnées au Nord par la dépression de la zone à Trias germanique d'Antequera; au Sud le Bétique de Malaga s'appuie contre elles avec des formes plus adoucies, surtout composées de couches de Flysch (éocène-oligocène)

---

(1) M. Blumenthal, *Beiträge zur Géologie der betischen Cordilleren beiderseits des Rio Guadalhorce* (*Eclogae geol. Helv.*, 23, 1930, p. 41).

et recouvrant la base paléozoïque et les couches mésozoïques du Pénibétique (¹).

Les connaissances antérieures sont surtout dues à la Mission d'Andalousie dont les études stratigraphiques gardent souvent leur valeur; la tectonique mérite un nouvel examen; des données nouvelles ont été récemment fournies par M. R. v. Klebelsberg (²). En étudiant des chaînes entre le Guadalhorce et le Torcal (*loc. cit.*, p. 218-248), j'ai attribué ces montagnes à la zone médiane du Pénibétique, formant le capuchon mésozoïque-tertiaire de la base paléozoïque (Bétique). Cette zone médiane, jalonnée au Sud par des plis et des écailles d'une étendue très restreinte (zone interne), chevauche sur son bord septentrional le Trias d'Antequera.

La continuation orographique immédiate de la zone médiane vers l'Est est formée par les Sierras de las Cabras, del Codo, de Saucedo, de Camaroles, del Jobo et de S. Jorge qui, au Puerto de Alazores (route Malaga-Loja), s'oppose à la grande masse calcaire de Loja (Sra. Gorda); les montagnes du Buitreras et du Gibalto flanquent au Nord cette arête principale, séparée par des dépressions de Flysch.

A première vue ces montagnes se présentent comme continuation directe de la chaîne du Torcal et paraissent être aussi la continuation tectonique de la zone médiane vers l'Est. L'allure générale des couches (Lias, partiellement dolomitique et calcaires clairs), inclinées vers le Nord, pourrait être interprétée comme front pénibétique, s'enfonçant sous le Flysch.

Le levé détaillé nous impose une conception différente. La zone médiane finit au Torcal. Les éléments internes continuent vers Villanueva de Cauche, les hauts rochers de la Sierra del Codo étant les seules structures proprement pénibétiques qui subsistent dans cette continuation orientale de la chaîne. Par contre, l'arête principale de la Boca del Asno jusqu'au Puerto de Alazores représente une *masse flottante sur le Tertiaire du Pénibétique*. En effet, des bandes minces de Trias s'intercalent au nord et au sud de la chaîne principale entre les parois jurassiques et le Flysch de la base; des dolomies, des cargneules, des marnes variolées et des ophites (surtout une roche variolitique, très altérée et voisine d'un mélaphyre) les composent. Ce

---

(¹) Voir, outre les cartes du Mémoire mentionné : Planche III, *Mém. Ac. Sc.*, 30, p. 582 (*Mission d'Andalousie*), 1889; de plus, feuilles topographiques $\frac{1}{50000}$ nᵒˢ 1024 et 1039.

(²) R. v. KLEBELSBERG, *Beiträge zur Geologie der Sierren zwischen Granada und Malaga* (*Zeitschr. d. Deutschen. Geol. Ges.*, 80, 1928, p. 535).

Trias ressemble au faciès citrabétique d'Antequera. Des « corridors » de Flysch et de Crétacique marneux séparent ce « Pénibétique flottant » de la zone interne (Sierra del Codo).

Il est bien difficile d'établir les relations de cette « série flottante », formant une chaîne longue de 22^{km}, avec les éléments bétiques et pénibétiques. On ne peut guère admettre un enracinement au Sud, sur le dos bétique, car le Flysch couvrant le Paléozoïque est le même que celui sur lequel la chaîne étudiée semble reposer. Un enracinement sur place en forme d'un grand pli en champignon avec noyau triasique étiré sur les deux bords n'est pas satisfaisant non plus; au Puerto de las Pedrizas, par exemple, les deux bords du Trias sous-jacent ne sont distants l'un de l'autre que de 500^{m}, ce qui interdit d'y voir une telle structure. On ne peut donc joindre notre chaîne qu'au Nord, à la masse du Trias citrabétique d'Antequera.

Dans ce cas le « Pénibétique flottant » devrait faire partie d'un grand repli vers le sud du Trias d'Antequera, qui, à son tour, aurait été plus ou moins charrié par des éléments de la zone interne; la grande masse calcaire de Loja, poussée vers le Nord, se placerait au-dessus de cette chaîne flottante.

La séparation tectonique de la chaîne en question du Pénibétique proprement dit est aussi soutenue par des faits stratigraphiques. Depuis la Mission d'Andalousie nous savons que ce sont surtout des couches dolomitiques, considérées comme liasiques, qui caractérisent les montagnes à l'est du Torcal. Le Jurassique supérieur y reste douteux, les « fausses brèches » y manquent presque; le Pénibétique proprement dit, par contre, prime par un grand développement du Jurassique supérieur avec ces « fausses brèches ». La séparation tectonique des deux parties de la chaîne en donne une assez bonne explication.

GÉOLOGIE. — *Essai de coordination des observations sur la stratigraphie du versant atlantique de la Péninsule des Djebalas (Maroc septentrional).* Note de M. **Jacques Bourcart**.

J'ai précédemment montré (¹) que l'on pouvait distinguer dans le nord de la Péninsule, en territoires international et espagnol, deux zones de sédimentation distinctes, séparées par une ligne de discontinuité qui se poursuit

(¹) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 621 et 722.

de l'embouchure de l'Oued Tahadart au Loukkos. La zone orientale (zone des Andjéras) comprend essentiellement de l'Éocrétacé bathyal (reposant par l'intermédiaire de Tithonique sur des calcaires jurassiques) et, vers Tanger, du Cénomanien et du Sénonien néritiques, puis un Priabonien très spécial, transgressif, de l'Oligocène marneux et enfin de l'*Arenisca del Aljibe* (Oligocène supérieur). Le Lutétien, à l'exception de la minuscule tache de Gorgues, près de Tétouan, où ce terrain repose directement sur les calcaires jurassiques du Rif, ne paraît nulle part y avoir été mis en évidence.

La zone occidentale (zone de Larache = zone du Sébou) comporte surtout des marnes blanches et azurées, allant du Lutétien à l'Oligocène et du Chattien gréseux à mouches de marnes vertes, sans *Arenisca*. Des pointements localisés de Trias ou d'Éocrétacé apparaissent sous cette couverture nummulitique.

Une discontinuité analogue a déjà été signalée dans la province de Cadix : M. J. Gavala ([1]) a indiqué que la ligne Majaceite-Barbate sépare une région *orientale*, où le Nummulitique se présente sous les facies que j'ai décrits à Tanger, et une zone *occidentale*, où apparaît le Lutétien et un Oligocène analogue à celui de Larache, avec la même absence de l'*Arenisca*.

Il ne m'est pas encore possible d'établir si, au Maroc espagnol, la ligne de discontinuité entre la zone du Sébou et celle des Andjéras résulte ou non d'un chevauchement, qui me paraît probable, de la première sur la seconde ; mais il n'en est pas de même au Maroc français.

La zone des Andjéras s'y poursuit d'abord par deux bandes d'Éocrétacé qui disparaissent bientôt sous la zone du Sébou : l'*anticlinorium* de l'Oued Zez et celui de la forêt d'Izarrène. Plus à l'intérieur encore, l'Éocrétacé bathyal, très épais, localement chevauché par le Jurassique à Chéchaouen et à l'Oued Lao, tourne avec la chaîne rifaine et se poursuit largement vers l'Est. De cette masse, les seuls terrains qui sortent, grâce à de courtes écailles, sont des cargneules, des calcaires bleus jurassiques, enfin des calcaires tithoniques couleur d'os qui supportent directement les couches à *Aptychus* du Néocomien.

La zone du Sébou se poursuit au sud du Loukkos et prend un grand développement au Maroc français. Elle y est formée, comme je l'ai montré ([2]), de Crétacé supérieur crayeux, puis d'une puissante série num-

---

([1]) *Livret-guide du XIVe Congrès géol. inter.*, Excursion A. 1 ; Madrid, 1926.

([2]) *Centenaire de la Société géologiqæe de France.* Livre jubilaire, 1, p. 171 ; Paris, 1930.

mulitique analogue à celle décrite ci-dessus. Celle-ci se poursuit, sans changement de facies et sans interruption, au delà de l'Ouerr'a par la « nappe Trias-Nummulitique » de Louis Gentil et de M. F. Daguin.

Dans tout le Djebel d'Ouezzane, à l'ouest d'une ligne qui va du col de Bab Tamesguilda à Zoumi, cette série est manifestement décollée de son substratum dont elle est séparée par un chapelet de lambeaux de Trias, de Jurassique et même de Paléozoïque. Ce substratum, sur lequel elle repose en absolue discordance, est d'abord constitué par l'Éocrétacé, puis par l'Autochtone du R'arb [marnes vindoboniennes très épaisses d'où émergent des diapirs montrant du Paléozoïque, du Trias, du Lias marneux, des calcaires jurassiques(?), de l'Éocrétacé, *mais sans une trace de Nummulitique interposé*]. Cette lame a été, surtout à son extrémité distale, découpée en écailles. On n'y observe jamais de venues *verticales* de Trias.

A l'est, ou au nord-est de la ligne Bab Tamesguilda-Zoumi, il semble y avoir, au contraire, concordance apparente entre l'Éocrétacé et le Nummulitique; l'ensemble aurait été simplement découpé en écailles entre lesquelles apparaît le Trias. M. P. Russo, puis M. J. Lacoste ont indiqué que, dans le prolongement de cette zone, un premier sillon de Miocène gréseux apparaît transgressif sur des éléments de la zone du Sébou. Il est donc bien probable qu'il s'agit d'une succession normale.

Le chevauchement de la zone du Sébou sur l'Autochtone atteindrait une soixantaine de kilomètres, compté sur la ligne Nord-Est Sud-Ouest joignant Bab Tamesguilda à Souk-el-Arbâ; il n'aurait plus qu'une trentaine de kilomètres le long du méridien passant par l'extrémité orientale du Djebel Zerhoun (Meknès), diminuant par conséquent vers l'Est.

Il ne me paraît pas encore possible de donner de ces observations une interprétation d'ensemble absolument correcte. Cela ne se pourra que quand seront connus les résultats des travaux de M. P. Fallot sur le versant méditerranéen du Rif et de M. J. Lacoste sur le bassin supérieur et moyen de l'Ouerr'a. Toutefois, j'insisterai sur le contraste entre la stratigraphie de la zone du Sébou et celle de l'Autochtone. Dans la première, le Nummulitique est presque complet, dans le second, il n'est plus représenté (dans le Prérif) que par les calcaires blancs de Béni-Amar à Nummulites microscopiques, Éocène très inférieur ou peut-être même Crétacé. Ce fait me paraît ne pas être une simple conséquence de l'érosion, mais indiquer l'existence de deux zones isopiques différentes et par conséquent superposées.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur les terrains secondaires fossilifères affleurant entre l'Onilahy et le Fiherenana (SW de Madagascar).* Note de M[lle] **Eliane Basse**.

Entre les deux fleuves principaux du sud-ouest de l'Ile : Onilahy et Fiherenana, les terrains secondaires affleurent suivant des bandes orientées sensiblement NS, localisées à la région drainée par leurs affluents : Sakondry et Sakaray.

Les terrains secondaires fossilifères, que je viens d'explorer, débutent au Bathonien et se poursuivent jusqu'à l'Eocène, interrompus par un épanchement basaltique interstratifié dans le Crétacé supérieur. C'est un peu au sud de Manera que la série fossilifère est le mieux caractérisée; elle offre de l'Est à l'Ouest la succession suivante :

1. Sables et grès grossiers, mal cimentés, à stratification entrecroisée et dépourvus de restes organiques. C'est le sommet de la puissante série gréseuse de l'Isalo; ils s'avancent à l'W de la Teheza et constituent en particulier l'Ivohibe.

2. Alternance réitérée et capricieuse de calcaires à grands polypiers, de dalles gréseuses perforées de canaux sinueux et de calcaires gréseux blancs, oolitiques, plus ou moins riches en restes de lamellibranches et arbres silicifiés. Viennent ensuite des calcaires marno-sableux débutant par une Lumachelle à Ostrea où apparaissent divers Mollusques : *Nerinea*, *Astarte*, *Lucina*. Ce sont les premières couches secondaires fossilifères du sud-ouest de Madagascar. Bien développées dans la région de Tongobory, et constituant les sommets des collines de Sakaray, elles représentent le Bathonien et peut-être le Bajocien supérieur.

3. Oolite ferrugineuse avec faune riche en Mollusques, Brachiopodes, Échinides, Polypiers. Citons : *Macrocephalites macrocephalus*, *Phylloceras mediterraneum*, *Phyll. Jarænse*, *Heligmus Rollandi*, *Rhynchonella inconstans*, *Rh. Fischeri*, *Pygurus deprestus*. De faciès pétrographique et biologique identique à celui de la Golden Oolite de l'Inde, elle appartient en majeure partie au Callovien et occupe la terrasse supérieure du Massif d'Ankazomiheva, et affleure dans le lit de la Sakondry, près Beraketa.

4. Marnes grises gypsifères pétries de Bélemnites avec nodules gréseux à *Aspidoceras armatum*, *Peltoceras* cf. *athleta*, *Perisphinctes* aff. *Lotari*. Le lit de la Mahaboboka m'a fourni, en outre, des ossements de Dinosauriens. La fréquence des intercalations de bancs gréseux augmente à mesure qu'on

s'élève; le faciès gréseux finit par se substituer aux marnes prédominant dans la Haute-Sakondry. Oxfordien, Lusitanien et Kimmeridgien y sont représentés; l'existence du Portlandien reste douteuse.

5. Séparés du Jurassique supérieur par une lacune stratigraphique, viennent ensuite des grès siliceux, grossiers, à petits galets de quartz, avec Invertébrés [*Tropæum Jacki*, *Parahoplites Deshayesi*, *Douvilleiceras* aptiens (*Cheloniceras*), *Belemnites*, Nautiles, *Trigonia*, *Pecten*, Oursins et Terebratules] de l'Aptien.

6. Calcaires brun doré, tendres et légèrement sableux. Les couches inférieures, transgressives sur l'Aptien, sont stériles; la partie supérieure renferme des *Acanthoceras : Ac. Rotomagense*, *Ac. Mantelli*, *Ac. Newboldi*, des *Forbesceras : F. Largilliertianum*, *F. insculptum*, des *Turrilites*, *Schloenbachia*, *Phylloceras*, *Desmoceras*, etc., et, au sommet, une faune de petits Céphalopodes pyriteux : *Phylloceras*, *Acanthoceras*, *Forbesiceras*, *Turrilites*, *Scaphites*, analogues à ceux de Mahakendy et de Diego-Suarez. Tous les Céphalopodes caractérisent le Cénomanien. Cette région n'a pas fourni de forme caractéristique du Néocomien (Aptien non compris) ni de l'Albien; l'uniformité des faciès offerts par la série Aptien-Cénomanien (5-6) y est remarquable.

7. Sables bigarrés, assez grossiers, coupés de bancs ferrugineux (50 à 100^{m} d'épaisseur), dépourvus de fossiles déterminables dans la région du Fiherenana, mais peuplés, le long de la Basse-Sakondry et de l'Onilahy, d'une riche faune turonienne et coniacienne, où abondent les Ammonites.

8. Coulées basaltiques, avec prismes gigantesques, augmentant d'épaisseur vers le Nord et vers l'Ouest où elles atteignent localement jusqu'à 200^{m} de puissance.

9. Calcaire marneux à la base, avec faune campanienne et maestrichtienne : *Pachydiscus gollevillensis*, *Baculites vagina*, *Nautilus. Campanile inauguratum*, *Alectryonia ungulata*, *Pycnodonta vesicularis*, *Pecten Dujardini*, *Spondylus*, *Douvillei*, etc.

10. Sable rouge, localement consolidé en un grès riche en fer, correspondant probablement à une émersion précédant la transgression éocène qui débute par un :

11. Conglomérat calcaire à gros blocs, solidement cimentés.

Depuis l'émersion qui a suivi le dépôt à peu près ininterrompu de ces couches, la région a été fracturée par des cassures méridiennes. La plus importante (rejet: 2 à 300^{m}.), inclinée vers l'Est, a surélevé la partie occi-

dentale du Plateau de Vineta qui, malgré l'érosion intense à laquelle cette surrection le livra, domine encore la Vallée de la Sakondry de 500^{m} environ : c'est le massif de l'Andrambo.

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Le ronflement des lignes aériennes et les perturbations atmosphériques.* Note [1] de M. **Albert Nodon**, transmise par M. Brillouin.

Les lignes métalliques aériennes font parfois entendre un ronflement particulier dont le caractère est susceptible de fournir d'intéressants renseignements météorologiques.

L'emploi de deux lignes respectivement orientées du Sud au Nord et de l'Est à l'Ouest, nous a permis, à la suite de plusieurs années d'observation, de tirer les principales conclusions suivantes :

On constate le plus souvent qu'une seule ligne entre en vibration. Cette vibration précède d'une vingtaine d'heures les changements dans l'état de l'atmosphère; la direction que suivra la prochaine perturbation est perpendiculaire à celle de la ligne active.

Dans l'ouest de l'Europe, les vibrations des lignes Nord-Sud correspondent à des perturbations venant de l'Atlantique; tandis que les vibrations des lignes Est-Ouest annoncent, suivant leur intensité et leur caractère particulier, le passage prochain d'un régime de vents du Nord à celui de vents du Sud, ou bien l'arrivée d'orages venant du Sud.

L'intensité et la durée des perturbations probables sont en rapport avec l'intensité et la persistance des vibrations de la ligne. D'autre part, le ronflement de ces lignes aériennes ne se produit pas quand le ciel est nébuleux ou brumeux; on ne le perçoit que par un ciel clair et découvert, ou pendant le passage au zénith de petits cirrus, ou de cirro-cumulus floconneux, constituant dans leur ensemble l'aspect particulier du ciel pommelé.

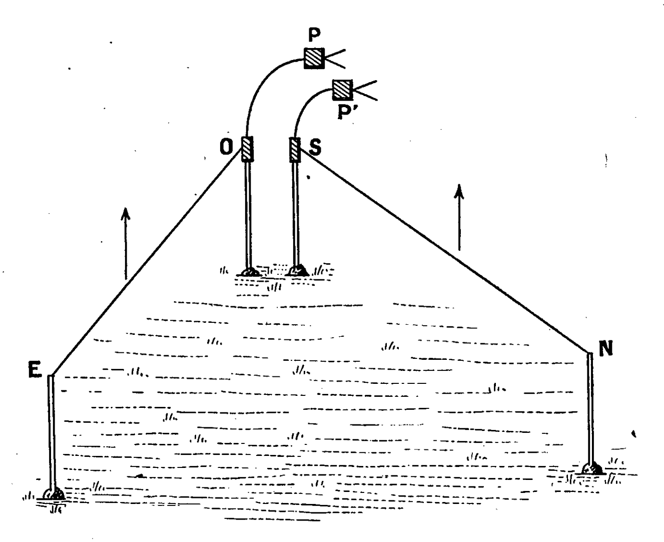
La mise à la terre de la ligne conductrice ne modifie pas le caractère des phénomènes précédents. On constate du reste que le chant des lignes se produit généralement lorsque l'atmosphère est calme.

On peut utiliser avec avantage les indications fournies par les lignes aériennes dans les observations météorologiques. Une application intéressante consiste dans la prévision des *galernes* dans le fond du golfe de Gas-

---

(1) Séance du 6 octobre 1930.

cogne. Les galernes consistent dans de subits et violents coups de vents d'Ouest, survenant à l'improviste par beau temps, sans que rien de particulier puisse les faire prévoir, ni dans l'état de l'atmosphère, ni dans les indications barométriques. Ces bourrasques subites et de courte durée sont fort redoutées par les pêcheurs de ces régions. On se propose de faire l'application de ces méthodes dans l'Observatoire maritime de Biarritz, en création.



EO, ligne aérienne orientée de l'Est à l'Ouest; SN, ligne aérienne orientée du Sud ou Nord; O et S, microphones reliés aux postes radiophoniques amplificateurs P et P'.

Les vibrations des conducteurs aériens seront recueillies, dans cet observatoire, par des microphones placés aux extrémités des lignes aériennes Nord-Sud et Est-Ouest. Ces vibrations seront transmises à des postes amplificateurs à lampes triodes, qui permettront de les percevoir à longue distance, tout en précisant par la différence des sons d'appel, la direction des prochaines perturbations.

La cause déterminante des vibrations de conducteurs aériens paraît devoir être recherchée dans les attractions électrostatiques particulières que provoquent des séries successives de petites masses d'air fortement chargées, en circulant rapidement au-dessus de ces conducteurs.

L'attraction continue qui est produite par des surfaces équipotentielles telles que celles des nuages, ne donne lieu à aucune vibration des conducteurs; mais l'attraction ondulatoire provoquée par des masses d'air électrisées se succédant rapidement, provoque au contraire une série de vibrations

dans les lignes perpendiculaires au sens du déplacement atmosphérique. Ces phénomènes se produiront d'une façon identique dans les conducteurs isolés ou reliés au sol.

Les masses d'air électrisées en mouvement peuvent être comparées à des cirro-cumulus fractionnés dont l'ensemble constitue le ciel pommelé.

Le passage de ces nuages fractionnés, au zénith, provoque également la vibration des lignes; ces cirro-cumulus succèdent généralement aux masses d'air électrisées; ils précèdent au contraire les nuées épaisses accompagnant les bourrasques et les orages.

En *résumé*, l'étude méthodique du ronflement des lignes conductrices à l'aide d'un dispositif amplificateur, est susceptible de fournir de précieux renseignements pour la prévision du temps.

PHYSIQUE DU GLOBE — *Sur les relations des orages magnétiques avec les courants telluriques.* Note (¹) de M. **J. Bosler** présentée par M. Ch. Maurain.

On sait que les variations soudaines du magnétisme terrestre, lors des orages magnétiques, sont intimement liées à celles des courants telluriques : les deux ordres de phénomènes ont visiblement entre eux un rapport de cause à effet.

1. — Nous avons autrefois (²) mis a profit, pour élucider cette question, les documents de Greenwich et du Parc Saint-Maur. On y constate, lors des perturbations, un parallélisme étroit entre les courbes de la déclinaison magnétique et de la composante N-S du courant tellurique d'une part, celles de la force horizontale et de la composante tellurique O-E d'autre part : la relation soupçonnée ne peut donc être qu'une loi de proportionnalité analogue à celle d'Ampère (³) et c'est dans les variations du courant tellurique qu'il doit falloir tout d'abord chercher, aux époques troublées, la cause *directe* des fluctuations du magnétisme terrestre en ces deux stations (⁴).

(¹) Séance du 3 novembre 1930.

(²) *Thèse de Doctorat*, Paris, 1912 (parue dans les *Annales de l'Observatoire de Meudon*, 5, 1, 1912, p. 1 à 93).

(³) Car, lorsque deux phénomènes H et C ont des courbes de variation concordantes, on est en droit d'en conclure $dH = K dC$ et par suite, à une constante additive près, $H = KC$.

(⁴) Si c'était l'inverse, le courant serait dû à l'induction : il serait proportionnel à

2. — Depuis quelques années les diagrammes publiés par l'Observatoire de l'Ebre, à Tortosa (Espagne), nous ont apporté de nouveaux matériaux [1] dont nous allons ici faire état.

Les courbes de Tortosa diffèrent assez à première vue de celles de Saint-Maur. La composante N-S du courant tellurique y est notamment en général 15 fois plus forte que celle O-E et il en est de même de leurs variations. Or, dans la réalité, ce ne sont pas les composantes, de direction arbitraire, du courant qui interviennent, mais le vecteur lui-même. Il est alors probable que la composante N-S reproduit avec plus de fidélité les vraies variations du courant que la composante O-E, moins à l'abri, vu sa faiblesse, des erreurs accidentelles ou instrumentales.

Si maintenant nous examinons les courbes relatives aux orages magnétiques, nous y voyons : 1° que la composante verticale V du champ magnétique terrestre suit presque constamment dans ses oscillations le courant tellurique N-S; 2° qu'il en est de même de la composante horizontale H, si l'on a soin de la *retourner* [2]; 3° que presque toujours la déclinaison magnétique D se comporte pareillement.

On conclut de là qu'à Tortosa comme à Greenwich et à Saint-Maur, il existe entre les deux ordres de faits, telluriques et magnétiques, une relation de proportionnalité. Ici encore c'est le courant tellurique qui paraît constituer le phénomène primitif et qui, loin d'être dû — comme on l'a cru jadis — à l'induction du champ terrestre, engendre la perturbation magnétique par le mécanisme de la loi d'Ampère, tout comme le courant d'un galvanomètre fait mouvoir son aiguille.

3. — Nous venons de dire qu'à Tortosa, la composante magnétique verticale suit le courant tellurique. Elle était sans rapport avec lui à Saint-Maur,

---

la dérivée par rapport au temps du champ terrestre *et les courbes magnétiques et telluriques ne se ressembleraient nullement*.

On constate d'ailleurs, sur les mouvements brusques individuels, que les fluctuations magnétiques s'effectuent bien en général, comme le veut l'expérience d'Œrsted, *à* 90° *et à gauche* du vecteur figurant à chaque instant le courant tellurique perturbateur (J. Bosler, *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 342.)

(1) Voir principalement le *Boletin del Observatorio del Ebro*, Resumen de las observaciones..... publié annuellement à Tortosa (par exemple 16, 1926 et suiv.).

(2) Ce qui revient à faire correspondre un accroissement du courant tellurique N-S, à une diminution de H. — L'orientation des lignes telluriques (R. P. Ignacio Puig, *El Observatorio del Ebro*, Tortosa 1929, Alguero y Baiges, éd., p. 51) montre qu'avec la loi d'Ampère il doit bien en être ainsi (voir plus loin).

alors que la déclinaison et la force magnétique horizontale s'y associaient étroitement. Cette apparente anomalie tient sans doute à ce que les courants telluriques constituaient à Saint-Maur (comme c'est le cas en général) une nappe à deux dimensions [1]. Si cette nappe est sensiblement uniforme, les forces magnétiques horizontales sont seules affectées par ses variations et la composante verticale reste inaltérée. — Il semble donc que nous ayons affaire, à Tortosa, non plus à une nappe régulière de courants, mais bien à un système localisé de préférence dans une veine géologique, vraisemblablement plus conductrice que le terrain avoisinant, et dont les diagrammes permettraient sans doute de conjecturer la position.

4. — Assurément, dans ce qui précède, bien des points restent obscurs. Mais, de toute façon, nous ne pensons pas qu'on puisse attribuer au hasard ni même interpréter autrement que nous l'avons fait — par la loi d'Ampère — la remarquable analogie des diagrammes des perturbations magnétiques et telluriques. Il y a là, selon nous, un fait objectif qui domine toutes les hypothèses et qui tend à mettre en évidence le courant circulant dans le sol comme l'élément primitif et l'agent immédiat des fluctuations inopinées du champ terrestre.

Celles-ci sont, on le sait, en dernière analyse, dues au Soleil. Seulement, et c'est là ce que nous croyons pouvoir avancer, le Soleil n'agit en général pas directement : son influence se fait surtout sentir par l'intermédiaire des courants telluriques.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Actions s'exerçant à distance sur l'œuf fécondé, le sperme et l'œuf vierge d'Oursin* (Paracentrotus lividus Lk.). Note de M. **J. Magrou** et de Mme **M. Magrou**, présentée par M. Mesnil.

Nous avons poursuivi cet été les expériences entreprises précédemment avec M. Reiss [2], relatives à l'action à distance exercée par certaines réactions d'oxydation sur le développement de l'œuf d'Oursin.

Pour préciser les conditions d'activité de ces réactions, nous avons eu recours, sur une suggestion de M. Reiss, à la réoxydation, en présence de l'air, d'indicateurs colorés (bleu de méthylène ou phénosafranine) réduits,

---

(1) J. Bosler, *Traité d'Électricité atmosphérique et tellurique*, publié sous la direction de M. E. Mathias (Paris, 1924, Presses Universitaires de France, p. 488).

(2) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 779.

immédiatement avant l'emploi, par une solution étendue d'hydrosulfite de soude dans l'eau de mer. Les montages employés furent les mêmes que dans nos expériences antérieures. Les œufs fécondés d'Oursin, exposés, à travers quartz, à ces deux réactifs, ont donné des larves aberrantes, tout au moins dans le cas où la réoxydation spontanée des indicateurs a eu lieu. Les résultats sont beaucoup plus nets lorsque la réaction se fait en milieu faiblement acide (les colorants se sont d'ailleurs oxydés très lentement en milieu alcalin).

Dans une autre série d'expériences, nous avons exposé, aux microbes ou réactifs précédemment étudiés, non plus des œufs fécondés, mais du sperme ou des œufs vierges. Le sperme était exposé pur ou très légèrement dilué dans des capsules de quartz (dispositif déjà décrit); la durée de l'exposition était, suivant les cas, de 20, 30 ou 45 minutes. Du sperme de même origine, conservé, pendant le même temps, dans des conditions rigoureusement identiques, à l'exposition près, était destiné à servir de témoin. L'exposition achevée, des œufs provenant d'une même ponte étaient divisés en deux lots; l'un de ces lots était fécondé avec le sperme témoin, l'autre avec le sperme traité. Les œufs, témoins et traités, étaient alors répartis dans des récipients tous semblables, et conservés à la température de 22°.

Les œufs fécondés avec le sperme exposé ont presque toujours donné des anomalies de développement semblables à celles que présentent les larves issues d'œufs exposés après la fécondation. Sur les 11 lots ainsi traités (exposition au *B. tumefaciens*, au glucose-permanganate, à la phénosafranine ou au bleu de méthylène réduits et en solution acide), 7 furent complètement anormaux, 3 irréguliers et un seul presque normal. Les 15 témoins correspondants furent tous normaux [1].

Des œufs non fécondés ont été exposés, dans les mêmes conditions, pendant 2 heures ou 2 heures et demie, aux microorganismes ou mélanges chimiques actifs (levures, glucose-permanganate, phénosafranine ou bleu de méthylène réduits et en solution acide). Des œufs de même origine ont été conservés, pendant le même temps, dans des conditions rigoureusement

---

(1) Dans quelques cas, nous avons constaté un renversement de ce phénomène. On sait que les œufs d'Oursin se développent parfois spontanément de façon anormale, ce qui tient vraisemblablement à un état défectueux des éléments sexuels. C'est ce qui arriva dans quatre de nos expériences, où les témoins, au nombre de 8, furent tous anormaux; par contre, parmi les douze lots traités correspondants, où les œufs avaient été fécondés avec un sperme exposé (au *B. tumefaciens*, à la phénosafranine ou aux levures), 10 furent normaux, un fut irrégulier et un seul anormal.

identiques, à l'exposition près. Les œufs témoins et traités ont été fécondés, l'exposition achevée, avec un même sperme. Sur 9 lots ainsi traités, on compta 8 développements complètement anormaux et un développement irrégulier. Les témoins correspondants furent tous normaux.

Cet ensemble d'expériences montre que les substances étudiées peuvent exercer à distance, sur les éléments sexuels, une action qui retentit sur l'évolution des produits de la fécondation.

Enfin, dans une dernière série d'essais, le dispositif expérimental restant le même, nous avons substitué aux préparations actives employées jusqu'ici une solution de nitrate d'uranium de préparation ancienne et contenant en conséquence de l'uranium X émetteur de rayons β. Des œufs fécondés, exposés à travers quartz à 4^{cm^3} d'une solution à 35,78 pour 100 de ce sel [1], ont donné un développement anormal. La même solution, diluée deux fois, a encore agi sur le développement de façon très nette; diluée cent fois, elle est restée sans action. Conseillés par M. le professeur Urbain, nous avons éprouvé comparativement l'action de ces solutions sur la plaque photographique. La solution la plus concentrée a produit sur la plaque photographique une impression nette après 24 heures d'exposition (temps au bout duquel la différence entre les larves témoins et exposées était déjà manifeste). La solution diluée deux fois a produit dans le même temps une impression photographique à peine perceptible. Pour les expériences photographiques, la solution de nitrate d'uranium était contenue dans une cuve de verre recouverte d'une plaque de quartz. Sur cette plaque était posé un petit rectangle de plomb destiné à rendre mieux appréciable, grâce à l'ombre projetée, l'impression photographique. Au-dessus de ce système était placée la plaque sensible, maintenue par des cales de paraffine à quelque distance du quartz et du plomb.

Des œufs fécondés avec du sperme exposé 30 minutes à 3^{cm^3} de la solution de nitrate d'uranium à 35,78 pour 100 se sont développés de façon très anormale (les témoins correspondants étant normaux). Or cette solution n'a donné en 30 minutes de pose aucune impression photographique. C'est la preuve que la matière vivante peut être plus sensible à un agent physique que la plaque photographique.

---

[1] Cette solution a été titrée par M. Tchakirian.

MÉDECINE. — *Une nouvelle application de la d'Arsonvalisation : l'hydrodiathermothérapie.* Note (¹) de MM. **H. Bordier** et **C. Boisson**, présentée par M. d'Arsonval.

Le traitement hydrodiathermique consiste à associer la d'Arsonvalisation diathermique à la cure hydrominérale, c'est-à-dire à faire agir la diathermie aussitôt après, ou en même temps, que l'eau minérale est ingérée, quelle que soit cette eau.

Le malade peut être installé tout habillé sur notre diélectrique souple; celui-ci est disposé sur une chaise ou une chaise longue pendant qu'une électrode de 20 sur 25^{cm} en étain souple est appliquée sur la région hypogastrique. Mais dans les cas où l'intensité doit dépasser 1500 milliampères, il faut remplacer le diélectrique souple par une large électrode indifférente dorso-lombaire.

La dose de l'eau minérale prescrite est alors ingérée par le malade, puis aussitôt le courant est fermé et l'intensité est progressivement augmentée. La séance doit durer 20 minutes au moins pendant laquelle plusieurs doses ou plusieurs verres, suivant la nature de l'eau minérale, sont absorbés par le malade.

Les avantages du traitement hydrodiathermique sur le traitement hydrominéral seul, sont les suivants : d'abord, le courant de haute fréquence a pour effet de hâter et de faciliter la digestion de l'eau ingérée. On sait qu'il y a des eaux dont la digestion est laborieuse pour certains dyspeptiques et que, d'autre part, il y a des malades dont l'estomac ne digère pas facilement les eaux minérales, quelles qu'elles soient.

Un autre effet favorable de la diathermie c'est de produire une active hypérémie dans les tissus traversés par les oscillations de haute fréquence, et en particulier, une hypérémie de la muqueuse gastrique dont la température — d'après les recherches de Setzu — s'élève d'environ 2 degrés sous l'influence du traitement diathermique.

Il y a en outre à tenir compte, pour comprendre les heureux effets de l'hydrodiatermothérapie, de la vaso-dilatation qui accompagne la propagation du courant de haute fréquence dans l'organisme, et qui a été si bien mise en évidence par les expériences de d'Arsonval. Cette vaso-dilatation

(¹) Séance du 10 novembre 1930.

favorise nettement l'action thérapeuttque de l'eau ingérée qui pénètre rapidement dans le torrent circulatoire.

Enfin, l'augmentation du nombre des pulsations résultant de l'échauffement diathermique contribue aussi à rendre plus efficace l'action de l'eau sur les échanges intra-cellulaires.

Le traitement hydrodiathermique peut être appliqué avec toutes les eaux, soit à la source même, et par conséquent dans les Établissements des différentes Stations hydrominérales, soit loin de la source, en employant l'eau conservée en bouteilles. Cette dernière façon convient parfaitement au traitement des lithiases et des diathèses dites arthritiques, goutte, gravelle, rhumatismes etc.

L'efficacité du traitement hydrodiathermique est démontrée par plusieurs observations de malades : nous citerons, par exemple, le cas d'un malade — médecin — qui était sujet à de violentes crises de coliques néphrétiques, malgré l'absorption d'eaux utilisées habituellement dans cette affection. Le traitement hydro-diathermique, pendant lequel il ingérait trois ou quatre verres d'eau de Sextius, d'Aix-en-Provence, produisit une débâcle de sable urique (véritable crasse organique). En se soumettant de temps en temps à ce traitement, le malade a pu éviter le retour de ses crises.

PATHOLOGIE ANIMALE — *Sur une maladie des bovins du Paraguay, voisine de la rage paralytique.* Note de M. **F. Rosenbusch**, présentée par M. Charles Nicolle.

Cette maladie est connue, depuis longtemps, des auteurs paraguayens qui lui donnent le nom de *Mal de Caderas bovin.* Depuis 1929, on a noté son extension dans les chaco bolivien et argentin.

Elle procède par cas éparpillés et ne paraît pas contagieuse. Cliniquement, elle se caractérise par une paraplégie ascendante flasque qui atteint, en 3 à 5 jours, la totalité des muscles des membres postérieurs. Cette paralysie s'accompagne parfois de strabisme, de trémulation de la tête et de salivation ; on note une légère élévation de la température (40°) ; souvent, l'animal fait entendre des gémissements. Les symptômes paralytiques sont quelquefois précédés de phénomènes d'excitation : mouvements de dépla-

cement sans but, agression de l'homme. La mortalité est très variable (20 à 60 pour 100).

Seuls les bovins semblent atteints dans les conditions naturelles.

Étude expérimentale. — *Matière virulente.* — Seuls, les centres nerveux (encéphale, moelle épinière) paraissent contenir le virus. Nous n'avons obtenu que des résultats négatifs avec le foie, la rate, le rein, le poumon, la parotide, le pancréas, le cœur, le sang, l'urine.

Voie d'introduction. — Les voies d'introduction effectives ont été (entre nos mains) le cerveau, la chambre antérieure de l'œil, la masse musculaire sacrolombaire et, au niveau de la patte du lapin, le tissu sous-cutané. Nous n'avons obtenu aucune infection par voie péritonéale.

Espèces sensibles. — Acosta a obtenu, une fois sur deux, l'infection des *bovins* par voie oculaire, et nous-mêmes l'avons obtenue, dans une expérience unique, par inoculation musculaire lombaire.

Nous avons reconnu la sensibilité du *lapin*, du *cobaye*, de la *chèvre* (une fois sur deux par voie lombaire) et la résistance du rat, du cheval (une fois par voie intrarachidienne). Nous n'avons expérimenté ni sur la souris, ni sur le chien, ni sur le mouton ou les singes.

Évolution chez le lapin. — Mêmes symptômes que ceux de la maladie naturelle chez les bovins : paraplégie flasque ascendante, toujours mortelle après une durée de 3 à 5 jours; parfois hyperesthésie cutanée et trémulation de la tête; exceptionnellement mouvements de translation et tendance à la morsure de la partie inoculée. La durée de l'incubation est de 12 à 25 jours (28 chez la chèvre); elle diminue par les passages. Ceux-ci peuvent être poursuivis indéfiniment chez le lapin.

Lésions (chez le lapin). — Rien de particulier à l'autopsie. Au microscope, infiltration lymphocytaire de tous les organes. Cette infiltration, diffuse dans les centres nerveux, y est surtout marquée autour des capillaires. On note une accumulation de mononucléaires dans les cornes antérieures de la moelle. Absence de corps de Negri.

Conservation du virus. — Elle atteint un mois et demi à deux mois en glycérine neutre à la glacière.

Immunisation. — L'inoculation des organes (non virulents) ne vaccine pas le lapin contre l'inoculation du virus par voie musculaire sacro-lombaire. Par contre, l'inoculation du virus dans le péritoine, inoffensive par elle-même, vaccine le lapin contre l'inoculation par voie sacro-lombaire.

Conclusion. — Il s'agit d'une maladie naturelle des bovins très voisine

de la rage paralytique; elle en diffère par quelques points : sa localisation naturelle aux bovidés du Paraguay et des régions voisines, sa mortalité variable et, aussi, par quelques détails de l'étude expérimentale.

Des expériences d'immunité croisée entre les deux maladies fixeront exactement sur leurs rapports, les expériences sont en cours.

A 16^h l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 30^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE SEPTEMBRE 1930.

Notes, lettres et discours d'Ernest Solvay, Volume I : *Gravitique et Physiologie*. Volume II : *Politique et Science sociale*. Bruxelles, Lamertin, 1929; 2 vol. 25^{cm},5.

Lamarck, seine Persönlichkeit und sein Werk zur 100. *Wiederkehr seines Todestages*, par le Prof. Dr FRANZ WEIDENREICH, in *Natur und Museum*. Tome 6, cahiers 7 et 8, juillet et août 1930. Frankfurt am Main, Selbstverlag der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, 1930; 2 fasc. 24^{cm},2.

Vererbungsexperiment und vergleichende Morphologie, par F. WEIDENREICH, in *Palaeontologische Zeitschrift*. Tome XI, fasc. 4, décembre 1929. Berlin, 1929; 24^{cm},7.

Tables pour observations à l'Astrolabe à prisme, par le R. P. DE LA VILLEMARQUÉ S. J. Zi-ka-wei — Changhaï, Imprimerie de T'ou-sé-we, 1930; 1 vol. 15^{cm},5.

Contribución al estudio de la geologia y de la paleontologia de la Republica oriental des Urugay : Region de colonia, par AUGUSTO TEISSEIRE. Montevideo, Palacio del Libro, 1930; 1 vol. 24^{cm}.

La Variation et l'Évolution. Tome II : *L'Évolution*, par E. GUYÉNOT, in *Encyclopédie scientifique*. Paris, Gaston Doin et Cie, s. d.; 1 vol. 17^{cm},5. (Présenté par M. M. Caullery.)

Die effektiven magnetischen Strömungen des Magneten und der Erde, von JULIUS ZOLLER. Grötzingen, Sonnenborn-Verlag, 1930; 1 vol. 22^{cm},2.

Micromètre impersonnel pour l'appareil circumzénithal, par FR. NUŠL, in *Rozpravy české akademie, classe des sciences mathématiques et naturelles*, 28e année. Prague, Académie tchèque des sciences et des arts, 1929; 1 fasc. 25^{cm},6.

Table de logarithmes « Presto » pour calculs rapides; un tableau 25^{cm},9 et une notice 21^{cm},5. Mâcon, Protat frères, s. d.

The seismological stations Kobenhavn and Scoresby-Sund. Copenhagen, Geodetic Institute, 1930; 1 fasc. 27^{cm},4.

Actas de la primera conferencia latino americana de neurologia, psiquiatria y medicinal legal. Buenos-Aires, 14-17 novembre 1928. Tomo primero. Buenos-Aires, imprenta de la Universidad, 1929; 1 vol. 27^{cm},9.

General Geological Map of China (scala 1 : 1.000.000). *Nanking-Kaifeng Sheet*. Schanghaï, The commercial Press, Ltd, 1928; 68^{cm},2 × 55^{cm},4.

Kinetic Space and its Speculative Consequences, by Dr R. M. MANLEY. Cleveland, Manley, s. d.; 1 vol. 19^{cm},7.

Ouvrages reçus pendant les séances d'octobre 1930.

Hommes et choses de sciences. Propos familiers, par Maurice d'Ocagne. Paris, Librairie Vuibert, 1930; 1 vol. 18^{cm},7.

L'agronomie coloniale et le Muséum national d'histoire naturelle. Premières conférences du cours sur les productions coloniales végétales et l'agronomie tropicale, par Aug. Chevalier. Paris, Laboratoire d'agronomie coloniale, 1930; 1 vol. 25^{cm},5. (Présenté par M. L. Mangin.)

Congrès du carbone végétal métropolitain et colonial et exposition forestière. Lyon, 1929. Paris, Service agricole de la Compagnie P.-L.-M., 1930; 1 vol. 28^{cm}. (Présenté par M. C. Matignon.)

On the Vapour Pressure of Liquid. Part. I : *On the vapour pressure heat of vaporization and chemical constant of pure liquid substance*, par K. Watanabe. In *Science Reports of the Tokio Bunrika Daigaku*, Section A, n° 1. Tokio, University of Literatur and science, 1930; 1 fasc. 26^{cm},5.

Rapport sur les travaux géodésiques exécutés de 1927 *à* 1930, par N. E. Nörlund. Copenhague, Imprimerie Bianco Luno a/s, 1930; 1 fasc. 29^{cm},5.

Météorologie de Madagascar, par le R. P. Charles Poisson S. J. In *Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar*. Volume III. Paris, Société d'éditions géographiques maritimes et coloniales, 1930; 1 vol. 33^{cm}.

Traité des carrés magiques, par M. Kraitchik. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1930; 1 vol. 24^{cm}. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Distribution générale des éléments magnétiques en France. Formules représentatives. Définition numérique des anomalies, par E. Mathias, Ch. Maurain et L. Eblé. In *Nouveau réseau magnétique de la France au* 1er *janvier* 1924. Extrait des *Annales de l'Institut de physique du globe de l'Université de Paris*. Paris, les Presses Universitaires de France, 1930; 1 vol. 31^{cm}.

Recueil consacré à la mémoire de Théophile Janovsky, Membre de l'Académie. Les rédacteurs : D. Zabolatny, O. Kortchak-Tchepurkivsky et I. Chmalhausen. Kiev, 1930; 1 vol. 26^{cm},3.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 13 octobre 1930.)

Note de M. *R. Mazet*, Sur l'écoulement permanent avec tourbillons isolés :

Page 602, ligne 8, *au lieu de* $2a$, *lire* $2(b-a)$.

Note de M. *L. Goldstein*, Évaluation statistique de l'énergie d'interaction de Coulomb dans une molécule :

Page 607, formule (5), le signe d'intégrale manque.

(Séance du 27 octobre 1930.)

Allocution du président :

Page 685, ligne 17, *au lieu de* En 1911, *lire* En 1914.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 NOVEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les* Mycolithes *de la vigne en Palestine.* Note(¹) de MM. **P. Viala** et **P. Marsais**.

Nous avons observé, dans le sol sableux des vignobles du littoral de la Judée, là où les grains de sable sont le plus fins, de curieuses roches constituées par l'agglomération de ces grains, cimentés par le mycélium d'un Champignon-Ascomycète, le *Lithomyces nidulans* spc. nov.

Le nom de *Mycolithes* que nous avons créé pour ces roches est bien approprié à leur organisation. Le mycélium du Champignon englobe, dans tous les sens, les fins grains de sable, en s'insinuant entre eux et arrivant ainsi à former, suivant la nature du milieu nutritif naturel, des roches qui peuvent dépasser 1^{kg}, mais dont la plupart ont un poids moyen de 150 à 300^{g}. Ces roches mycolithiques, à surface irrégulièrement vallonnée, isolées ou parfois soudées par deux, trois ou quatre, sont situées, le plus souvent, à quelques centimètres au-dessous du niveau du sol, surtout les plus volumineuses; par contre, on note des Mycolithes isolés à des profondeurs plus ou moins grandes. Les plus gros Mycolithes ont une dureté telle qu'on ne peut les briser qu'au marteau; ils sont d'une teinte rougeâtre ou grisâtre comme le sable, zébrés, sur les coupes, de lignes ou de nodules du mycélium blanchâtre qui forment un réseau irrégulier.

Les roches mycolithiques superficielles se recouvrent, dans les parties exposées vers la surface, d'un amas mycélien condensé, sorte de sclérote.

(¹) Séance du 17 novembre 1930.

Ces amas produits par le mycélium intérieur aux Mycolithes, affectent les formes les plus variées; les plus curieuses sont celles qui émergent du sol et atteignent jusqu'à 6 à 7^{cm} de diamètre, une hauteur de 16^{cm} et un poids de plus de 100^{g}; le sommet est aplati et donne à ce sclérote l'aspect d'un gros champignon de couche. Les vignerons de la Palestine connaissent ces formations sous le nom de « Champignon de la vigne ». Ces sclérotes sont d'une dureté remarquable, aussi durs que du bois d'ébène, mais d'une faible densité.

Mycolithes et sclérotes se ramollissent rapidement dans l'eau par infiltration capillaire de celle-ci, mais non par gélification des membranes du mycélium; le gonflement est considérable, à un point tel, que dimensions et poids sont triplés. Si on les laisse sécher, ils reprennent dureté et consistance primitives.

C'est au moment où l'eau pénètre ces formations (période des rares pluies en Judée) que, dans les fissures produites, le Champignon-Ascomycète fructifie, et qu'une Anguillule (*Tylenchus Mangini* spc. nov.), enkystée dans de nombreux Mycolithes ou à la base des sclérotes, se réveille et dissocie ces formations en se nourrissant, nous semble-t-il, du mycélium du Champignon.

La soudure mycolithique des grains de sable par le *Lithomyces* est surtout fréquente contre la tige souterraine et les racines de la vigne. Elle forme, autour de celle-ci, de vrais manchons, grisâtres ou rougeâtres, qui recouvrent régulièrement tige ou racines dans les plus grandes profondeurs; le manchon cylindrique a une épaisseur variable, entre 2 et 5^{cm}.

Le développement du manchon est encore plus rapide que celui des Mycolithes qui sont, le plus souvent, insérés sur lui, formant comme d'énormes verrues. Le manchon peut arriver à recouvrir entièrement tige et racines de la vigne au bout d'un temps plus ou moins long (5 à 6 ans). La plante est asphyxiée par manque d'air, et, si les conditions sont favorables au développement, le mal s'étend aux ceps voisins; des parcelles de vignes entières, âgées d'une douzaine d'années, ont été ainsi lentement détruites sur le littoral de la région de Jaffa.

Ce curieux phénomène de pathologie si particulière est provoqué par un Champignon, le *Lithomyces nidulans* dont l'évolution biologique, surtout celle des périthèces, le classe dans une famille nouvelle des *Perisporiacées* (*Lithomycétacées*), voisine des *Érysiphacées* et des *Aspergillacées*.

Le *Lithomyces*, englobant et cimentant les grains de sable, ne s'observe que là où le sol est riche en humus et en acide phosphorique et c'est à cause

de ce fait qu'il prend un développement intense et rapide contre les tiges et racines souterraines, aux dépens des écorces feuilletées et mortes du rhytidome.

Les cultures du Champignon n'ont jamais réussi que sur milieux solides; sur milieux liquides, il pousse seulement une légère trame mycélienne, sans consistance. La lumière est défavorable aux cultures. La température optima paraît être aux environs de 30°. Ce sont là conditions qui nous paraissent défavorables à son introduction dans des pays tempérés comme la France.

Nous ne retiendrons de la morphologie de cette espèce que quelques caractères prédominants. Le mycélium, à membrane épaisse, à hyphes rigides et de directions parallèles dans les sclérotes, de 5^{μ} de diamètre, est dilaté au niveau des cloisons, et celles-ci sont criblées de minuscules canaux permettant l'intercommunication cellulaire.

Les organes de reproduction (oïdies, pycnides, périthèces) constatés au sein des Mycolithes et dans les sclérotes quand ils sont gonflés par l'eau, ont une interdépendance nettement précisée par nos cultures en milieux variés.

Les oïdies ou conidies, monocellulaires, sphériques, incolores, couronnant l'extrémité d'un seul conidiophore, ont une double membrane dont l'extérieure, sans ornements, éclate au point de germination; leur diamètre est de 15^{μ}, elles prédominent au début de toutes les cultures.

Les pycnides et les périthèces ont un caractère commun, que l'on ne retrouve dans aucune autre famille du groupe des Pyrénomycètes. La membrane de ces conceptacles comprend plusieurs rangs de cellules concentriques, mais à teinte très claire, tranchant beaucoup sur le contenu formé par les spores serrées et d'un noir intense, dont la masse occupe au centre, du cinquième aux trois quarts de l'épaisseur totale et parfois seulement un vingtième, le tout formant comme un nid, dont les spores noires seraient les œufs.

Les pycnides, souvent sphériques, quelquefois munies d'un col, mesurent de 180 à 350^{μ}; elles sont pourvues d'une ostiole par où sortent les stylospores qui naissent sur des stérigmates tapissant toute la cavité. Elles sont unicellulaires, d'une nuance brun fuligineux intense, entourées d'une membrane peu épaisse avec une grosse vacuole centrale. Leur contour est olivoïde, un peu réniforme; elles mesurent $6^{\mu},5$ de large sur 10^{μ} de long.

La formation des pycnides est favorisée par un milieu alcalin; par contre un milieu acide lui est très défavorable et détermine au contraire la production intense des périthèces.

Ceux-ci ont la forme générale des pycnides et les mêmes dimensions. Ils s'en distinguent par une couronne de longs poils ou fulcres insérés sur le col peu proéminent.

Le caractère principal de ces périthèces réside surtout dans la formation centrifuge des asques et dans l'extrême fugacité de leur membrane qui persiste à peine quelques heures, et laisse les ascospores libres au centre du conceptacle. Cette évolution est si rapide qu'il est fort difficile de déceler la nature ascogène de ces spores. Les ascospores sont fortement comprimées les unes contre les autres dans le périthèce mûr et groupées en zones superposées, plus ou moins concentriques. Incolores pendant quelques instants, on les voit dans l'asque sous forme de huit petites cellules sphériques qui grossissent rapidement et prennent presque aussitôt leur forme définitive et leur teinte noire intense pendant que disparaît la membrane de l'asque. L'ascospore est semblable à un citron fortement renflé à son équateur, brusquement rétréci et apiculé à ses deux pôles; une grosse vacuole, très réfringente, occupe son centre. L'ascospore mesure 20^μ de long sur 14^μ de diamètre à l'équateur, elle est pourvue d'une double membrane et sa germination, assez difficile à réaliser, est normale par émission d'un filament mycélien.

La pathogénie des « Mycolithes » est aussi particulière que celle de la « Phthiriose », étudiée dans les mêmes milieux et régions de la Judée par M. L. Mangin et l'un de nous ([1]); celle-ci diffère essentiellement des Mycolithes par ses causes et ses caractères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un procédé de sommation des séries trigonométriques*. Note ([2]) de M. **Serge Bernstein**.

Soit

$$S_m(x) = a_0 + \sum_1^m a_k \cos kx + b_k \sin kx \tag{1}$$

une série limitée de Fourier correspondant à la fonction $f(x)$, où $|f(x)| < L$ est intégrable dans l'intervalle $(0, 2\pi)$. Soit x un point de continuité

([1]) L. Mangin et P. Viala, *Comptes rendus*, **136**, 1903, p. 397 et 1699; **137**, 1903, p. 139; **138**, 1904, p. 529, et la *Phthiriose de la vigne*, 1903, Mémoire de 112 pages avec 5 planches et 55 figures (Bureaux de la *Revue de Viticulture*, Paris).

([2]) Séance du 27 octobre 1930.

de $f(x)$. Je dis que

(2) $$f(x)=\lim_{m=\infty}\frac{1}{2}\left[S_m(x)+S_m\left(x+\frac{2\pi}{2m+1}\right)\right].$$

En tenant compte de la continuité et des propriétés bien connues des polynomes trigonométriques, il est aisé de déduire de là le résultat plus général ([1]) que

(3) $$f(x)=\lim_{m=\infty}\frac{1}{2}\left\{S_m(x+\alpha_m)+S_m\left[x+\alpha_m+\frac{2\pi(1+\varepsilon_m)}{2m+1}\right]\right\},$$

où

$$\lim_{m=\infty}\alpha_m=\lim_{m=\infty}\varepsilon_m\log m=0.$$

Pour démontrer (2) il suffit de remarquer que

(4) $$\frac{1}{2}\left[S_m(x)+S_m\left(x+\frac{2\pi}{2m+1}\right)\right]$$
$$=\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}f(\alpha)\left[\frac{\sin\frac{2m+1}{2}(\alpha-x)}{\sin\frac{\alpha-x}{2}}-\frac{\sin\frac{2m+1}{2}(\alpha-x)}{\sin\left(\frac{\alpha-x}{2}-\frac{\pi}{2m+1}\right)}\right]d\alpha.$$

Or

(5) $$I_m=\int_0^{2\pi}\left|\frac{\sin\frac{2m+1}{2}\theta}{\sin\frac{\theta}{2}}-\frac{\sin\frac{2m+1}{2}\theta}{\sin\left(\frac{\theta}{2}-\frac{\pi}{2m+1}\right)}\right|d\theta$$
$$=\int_0^{\frac{2\pi}{2m+1}}\left[\frac{\sin\frac{2m+1}{2}\theta}{\sin\frac{\theta}{2}}+\frac{\sin\frac{2m+1}{2}\theta}{\sin\left(\frac{\pi}{2m+1}-\frac{\theta}{2}\right)}\right]d\theta$$
$$+2\int_{\frac{2\pi}{2m+1}}^{\frac{2(m+1)\pi}{2m+1}}\left|\frac{\sin\frac{2m+1}{2}\theta}{\sin\frac{\theta}{2}}-\frac{\sin\frac{2m+1}{2}\theta}{\sin\left(\frac{\theta}{2}-\frac{\pi}{2m+1}\right)}\right|d\theta$$
$$=\int_0^{\frac{2\pi}{2m+1}}\left[\frac{4\sin\frac{2m+1}{2}\theta}{\sin\frac{\theta}{2}}-\frac{\sin\frac{2m+1}{2}\theta}{2\sin\left(\frac{\theta}{2}+\frac{m\pi}{2m+1}\right)}\right]d\theta$$
$$=8\int_0^{\pi}\frac{\sin z}{z}\,dz-\frac{4}{m}+O\left(\frac{1}{m^2}\right),$$

([1]) Voir le travail de M. W. Rogosinski, *Ueber die Absehnitte trigonometrischer Reihen* (*Mathematische Annalen*, 95, 1925, p. 110-134).

de sorte que

$$\lim I_m = 8\int_0^{\pi} \frac{\sin z}{z}\,dz = 4A$$

et

(6) $$I_m < 4A$$

pour $m \geqq 0$; donc

(7) $$\frac{1}{2}\left| S_m(x) + S_m\left(x + \frac{2\pi}{2m+1}\right)\right| < \frac{A}{\pi}L < \frac{4}{3}L.$$

L'inégalité (6) conduit, dans le cas où $f(x)$ est continue de 0 à 2π et $f(0) = f(2\pi)$, à un résultat analogue à un théorème classique de M. Lebesgue. Soit, en effet, $P_m(x)$ le polynome trigonométrique d'approximation d'ordre m de la fonction $f(x)$, et soit $E_m[f(x)]$ sa meilleure approximation. Posons ensuite

(8) $$R_m[f(x)] = \max.\frac{1}{2}\left|\left[f(x) + f\left(x + \frac{2\pi}{2m+1}\right)\right] - \left[S_m(x) + S_m\left(x + \frac{2\pi}{2m+1}\right)\right]\right|;$$

en appliquant (4) à $f(x) - P_m(x)$, en tenant compte de (7), on voit immédiatement que

$$\frac{1}{2}\left|\left[S_m(x) + S_m\left(x + \frac{2\pi}{2m+1}\right)\right] - \left[P_m(x) + P_m\left(x + \frac{2\pi}{2m+1}\right)\right]\right| < \frac{A}{\pi} E_m[f(x)],$$

d'où

(9) $$R_m[f(x)] < \left(\frac{A}{\pi} + 1\right) E_m[f(x)] < \frac{7}{3} E_m[f(x)].$$

Ainsi, il résulte de (9) que

(10) $$\left| f(x) - \frac{1}{2}\left[S_m(x) + S_m\left(x + \frac{2\pi}{2m+1}\right)\right]\right| < \left[\frac{A}{\pi} + 1\right] E_m[f(x)] + \frac{1}{2}\omega\left(\frac{2\pi}{2m+1}\right),$$

où $\omega(\delta)$ désigne l'oscillation maxima de $f(x)$ dans un intervalle de grandeur δ.

Observons que l'inégalité (9) fournit un nouveau procédé pour établir l'ordre exact de la meilleure approximation de $|x|$, car on a

$$R_{2n}|\cos x| = \max.\frac{2}{\pi}\left|\sum_{n+1}^{\infty}(-1)^k \frac{\cos 2kx + \cos 2k\left(x + \frac{2\pi}{4n+1}\right)}{4k^2 - 1}\right| \geqq \frac{1}{2n\pi}\int_1^{\infty} \frac{1 + \cos \pi z}{z^2}\,dz > \frac{1}{4n\pi}.$$

En général, pour que l'approximation $I_m[f(x)]$ fournie par la suite limitée $S_m(x)$ de Fourier soit du même ordre que la meilleure approximation $E_m[f(x)]$, il suffit qu'il existe au moins une paire de points x_m, y_m à distance $\frac{2\pi}{2m+1}$, tels que

$$\lim \frac{f(x_m) - S_m(x_m)}{S_m(y_m) - f(y_m)} \geqq 1 \qquad \text{et} \qquad |f(x_m) - S_m(x_m)| > K I_m[f(x)],$$

K étant un nombre positif fixe, car dans ces conditions $I_m f(x) = O[R_m f(x)]$.

Remarquons encore que, d'après (7), si $M = \max S_m(x)$, $\overline{M} = \min S_m)x)$, on a pour toute fonction bornée et intégrable

$$|M + \overline{M}| < \frac{2A}{\pi} L;$$

donc si la série de Fourier n'est pas bornée, $M \sim -\overline{M}$, et ces valeurs asymptotiques sont simultanément atteintes en des couples de points de distance $\frac{\pi}{m}$.

M. **H. Lecomte** fait hommage à l'Académie du fascicule 5, tome quatrième, de la *Flore générale de l'Indochine* publiée sous sa direction : *Orobanchacées* (fin), par Fr. Pellegrin ; *Lentibulariacées*, *Gesneracées*, par Fr. Pellegrin ; *Bignoniacées*, par Paul Dop ; *Pédalinacées*, par F. Gagnepain.

M. **d'Ocagne** fait hommage à l'Académie des *Leçons de géométrie pure infinitésimale* du professeur Abramescu, de l'Université roumaine de Cluj, dont il a lui-même écrit la préface, cours largement inspiré de celui que M. d'Ocagne professe à l'École Polytechnique, ainsi que l'auteur le déclare dans son Introduction.

ÉLECTIONS.

M. **L. de Launay** est élu, par 51 suffrages, Vice-Président pour la fin de de l'année 1930.

Il y a 3 bulletins blancs.

M. **Edmond Sergent** est élu Correspondant pour la Section d'économie rurale en remplacement de M. Trabut décédé, par 44 suffrages contre 6 à M. *Henri Lagatu* et 1 à M. *Émile Terroine*.

CORRESPONDANCE.

M. **Charles Porcher**, élu Correspondant pour la Section d'économie rurale, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **Louis Gérard** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de géométrie par le décès de M. *P. Appell*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Topology*, by Solomon Lefschetz.
2° *Encyclopédie économique de Sylviculture*. IV. *Dictionnaire de Sylviculture*, par A. Bruttini. (Présenté par M. P. Dangeard.)
3° R. de Montessus de Ballore. *Probabilités et statistiques*. Préface de M. Alliaume. (Présenté par M. E. Fichot.)
4° Georges Déjardin. *Les Quanta*. (Présenté par M. Ch. Fabry.)
5° *Emploi de la photographie aérienne aux levers topographiques à grande échelle*, par H. Roussilhe (texte et planches). (Présenté par M. G. Perrier.)

ALGÈBRE. — *Détermination des groupes de ramification d'un corps à partir de ceux d'un sur-corps*. Note [1] de M. **J. Herbrand**, présentée par M. Hadamard.

Soient k un corps de nombres algébriques, K un sur-corps galoisien, G son groupe de Galois par rapport à k. Soient $\mathfrak{P}$ un idéal premier de K, G_0 son groupe de décomposition, G_1 son groupe d'inertie, G_i son $(i-1)^{\text{ème}}$ groupe de ramification, de telle manière que, pour $i > 0$, G_i est composé de toutes les substitutions σ de G pour lesquelles $6A \equiv A \pmod{\mathfrak{P}^i}$ pour tout nombre A de K, entier et premier à $\mathfrak{P}^{\frac{1}{2}}$. Appelons N_i l'ordre de G_i.

Soient $\overline{K}$ un sous-corps de K, sur-corps de k; g le groupe qui lui corres-

(1) Séance du 17 novembre 1930.

pond dans G. g est le groupe de Galois de K par rapport à $\overline{\mathrm{K}}$. Soit g_i le groupe commun à g et à G_i, et soit n_i son ordre.

Il résulte sans peine de la définition même de ces groupes, que g_0 est le groupe de décomposition de $\mathfrak{P}$ dans $\overline{\mathrm{K}}$, que g_1 est son groupe d'inertie, et g_i son $(i-1)^{\text{ème}}$ groupe de ramification.

Supposons $\overline{\mathrm{K}}$ galoisien par rapport à k. Soit γ le groupe quotient de G par g (qui est alors invariant dans G); γ est le groupe de Galois de K par rapport à k. Soient Γ_i le plus petit sous-groupe de G comprenant à la fois g et G_i à son intérieur, γ'_i le groupe quotient de Γ_i par g, μ'_i son ordre $\frac{1}{2}$. On peut évidemment considérer γ'_i comme un sous-groupe de γ; et l'on a la relation

$$\mu'_i = \frac{N_i}{n_i}.$$

Soient enfin $\overline{\mathfrak{P}}$ l'idéal premier de $\overline{\mathrm{K}}$ qui est divisible par $\mathfrak{P}$, γ_0 son groupe de décomposition, γ_1 son groupe d'inertie, γ_i son $(i-1)^{\text{ème}}$ groupe de ramification. Soit μ_i l'ordre de γ_i.

Il résulte sans peine des propriétés même de ces nombres que

$$\mu_0 = \mu'_0, \qquad \mu_1 = \mu'_1, \qquad \mu_2 = \mu'_2;$$

on en déduit aisément

$$\gamma_0 = \gamma'_0; \qquad \gamma_1 = \gamma'_1; \qquad \gamma_2 = \gamma'_2.$$

Nous nous proposons de déterminer d'une manière générale les γ_i.

Cette détermination résulte du théorème suivant :

THÉORÈME. — *On peut diviser la suites des nombres n_2, n_3, n_4, ... en segments de somme n_1; autrement dit, on peut déterminer une suite croissante d'indices $2 < i_1 < i_2 < \ldots$ telle que*

$$\begin{array}{l} n_2 + n_3 + \ldots + n_{i_1-1} = n_1 \\ n_{i_1} + n_{i_1+1} + \ldots + n_{i_2-1} = n_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ n_{i_k} + n_{i_k+1} + \ldots + n_{i_{k+1}-1} = n_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}$$

et l'on a alors

$$\begin{array}{l} \gamma'_2 = \gamma'_3 = \ldots = \gamma'_{i_1-1} = \gamma_2 \\ \gamma'_{i_1} = \gamma'_{i_1+1} = \ldots = \gamma'_{i_2+1} = \gamma_3 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \gamma'_{i_k} = \gamma'_{i_k+1} = \ldots = \gamma'_{i_{k+1}+1} = \gamma_{k+2} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}$$

Ce théorème permet de déterminer les γ_i, et peut fournir de plus des renseignements sur les ordres des différents groupes de ramification de K, quand on l'applique aux différents sous-corps [1]. Sa démonstration repose sur un théorème de Hilbert sur les « éléments » d'un corps relatif [2].

CONSÉQUENCES. — 1. *S'il y a un groupe d'ordre n invariant dans* $G_i (i > 0)$ *et n'ayant aucun élément commun avec* G_{i+1}, *on a*

$$G_{i+1} = G_{i+2} = \ldots = G_{i+n}$$
$$G_{i+n+1} = G_{i+n+2} = \ldots = G_{i+2n}$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Il suffit pour le voir d'appliquer le théorème ci-dessus, en remplaçant le groupe g par ce groupe d'ordre n. On généralise aisément au cas où ce groupe aurait des éléments communs avec G_{i+1}.

2. En particulier ce résultat est applicable quand le groupe d'inertie est abélien d'ordre ep^m, le premier groupe de ramification étant d'ordre p^m ; car on sait qu'alors e est premier à p et le groupe d'inertie contient un sous-groupe cyclique d'ordre e n'ayant aucun élément commun avec ce groupe de ramification. On en déduit que, *si l'on appelle* v_i (*pour* $i > 0$) *le nombre de groupes de la suite* $G_1, G_2, \ldots, G_k, \ldots$, *qui coïncident avec* G_i, *tous les* v_i *sont congrus entre eux* (*mod* e); c'est là un cas particulier de résultats que Hasse a obtenu par de toutes autres méthodes [3].

3. Dans le Mémoire où il obtient ces résultats, Hasse a résolu la question de la détermination des groupes de ramification dans le cas où le corps k est identique au corps K_i et le corps $\overline{K}$ au corps K_{i+1}, en appelant K_j le sous-corps de K correspondant au groupe G_j [$(j-1)^{\text{ième}}$ corps de ramification [4]]. Ses résultats se déduisent immédiatement du théorème énoncé ci-dessus.

La démonstration de ces résultats avec quelques autres conséquences sera publiée ultérieurement.

---

(1) Dans le cas particulier ou g est abélien les résultats de Hasse montrent que dans un même segment, les n_i sont égaux [voir HASSE, *Führer, Discriminante und Verzweigungkörper relativ Abelscher Zahlkörper* [*Journal für die reine und angew Math.*, **162**, 1930, p. 171, théorème (V)].

(2) Sur le théorème 40 de sa « Théorie des corps de nombres algébriques ».

(3) *Loc. cit.*, théorème (V).

(4) *Loc. cit.*, théorèmes (T') et (V'_0).

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la loi forte des grands nombres.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Émile Borel.

M. Cantelli a démontré en 1917 que, si une série d'expériences indépendantes les unes des autres donnent à un événement A une même probabilité α, il y avait une probabilité égale à l'unité pour que les valeurs successives $\beta_1, \ldots, \beta_n, \ldots$ de la fréquence de A forment une suite tendant vers α. Mais l'on n'a pas jusqu'ici précisé la manière dont la différence $\beta_n - \alpha$ tend vers zéro.

On sait seulement, si l'on considère une valeur de n indépendamment des autres, et si l'on pose

$$\beta_n - \alpha = c_n \sqrt{\frac{\alpha(1-\alpha)}{n}},$$

que les valeurs de c_n dépendent d'une loi de probabilité qui tend, pour n infini, vers la loi de Gauss; les grandes valeurs de c_n sont donc infiniment peu probables. Cela n'empêche pas qu'elles seront réalisées, d'après la loi même des grands nombres, si l'on poursuit indéfiniment les expériences. Si l'on fixe son attention sur les grandes valeurs de $\beta_n - \alpha$, elles seront donc comparables à $\varphi(n)\sqrt{\frac{\alpha(1-\alpha)}{n}}$, $\varphi(n)$ étant une fonction indéfiniment croissante, qu'il s'agit de préciser.

M. Borel a posé le problème dès 1909 [1], marquant par là implicitement la différence entre la loi classique des grands nombres et le théorème de M. Cantelli. Mais il n'a traité que le cas où les c_n sont indépendants, c'est-à-dire que $\beta_1, \beta_2, \ldots$ sont des fréquences relatives à 1, 2, ... coups de différentes séries d'expériences; il a montré dans ce cas que $\varphi(n)$ est d'un type de croissance compris entre ceux de $\log n$ et $\sqrt{\log n}$. Or, au point de vue qui nous occupe, on voit aisément que la non-indépendance des β_n n'apporte aucun changement essentiel à l'étude de la probabilité que l'on ait une infinité de fois $\varphi(n) > \log n$; M. Borel ayant trouvé qu'elle est nulle, cela est vrai aussi pour notre problème. Il n'est peut-être pas sans intérêt de noter que cette simple remarque, complétant le résultat de M. Borel, aurait donné dès 1909 la démonstration de la loi forte des grands nombres.

---

[1] *Rendiconti del circolo matematico di Palermo*, 28, 1909, p. 258-260. Voir aussi E. Borel, *Traité du Calcul des Probabilités et de ses Applications*, II, fasc. 1, 1926, p. 31-34.

Mais cela ne donne pas l'ordre de grandeur véritable de $\varphi(n)$, la limite inférieure $\sqrt{\log n}$ donnée par M. Borel n'étant pas valable à notre point de vue.

L'objet de cette Note est d'indiquer le résultat suivant : $\varphi(n)$ est de l'ordre de grandeur de $\sqrt{2 \log \log n}$.

En termes précis, ε étant un nombre positif arbitrairement petit, mais fixe, il y a une probabilité égale à l'unité pour que $|\beta_n - \alpha|$ soit une infinité de fois supérieur à

$$(1 - \varepsilon)\sqrt{\frac{2\alpha(1-\alpha)\log \log n}{n}}, \tag{1}$$

mais soit pour tout n assez grand inférieur à

$$(1 + \varepsilon)\sqrt{\frac{2\alpha(1-\alpha)\log \log n}{n}}. \tag{2}$$

On peut d'ailleurs étendre ce résultat au cas où la probabilité varie d'une expérience à l'autre. Il n'y a qu'à remplacer, dans $\beta_n - \alpha$, α par la moyenne des valeurs $\alpha_1, \ldots, \alpha_n$, et de même, dans les expressions (1) et (2), $\alpha(1-\alpha)$ par la moyenne des valeurs $\alpha_1(1-\alpha_1), \ldots, \alpha_n(1-\alpha_n)$. A condition que les valeurs très petites de $\alpha(1-\alpha)$ soient exclues, ou du moins suffisamment rares, le résultat énoncé reste exact.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation $\Delta u = 0$.*

Note [1] de M. **Gr. C. Moisil**.

Considérons les ensembles de matrices :

$$\sigma\begin{Bmatrix}\sigma_0\\ \sigma_1\\ \sigma_2\\ \sigma_3\end{Bmatrix}, \qquad \gamma=\begin{Bmatrix}\gamma_0\\ \gamma_1\\ \gamma_2\\ \gamma_3\end{Bmatrix} \qquad \text{et} \qquad \bar\gamma=\begin{Bmatrix}\bar\gamma_0\\ \bar\gamma_1\\ \bar\gamma_2\\ \bar\gamma_3\end{Bmatrix},$$

$$\left\{\begin{array}{ll} \sigma_0=\begin{Bmatrix}0&1&0&0\\ 0&0&1&0\\ 0&0&0&1\end{Bmatrix}, & \sigma_1=\begin{Bmatrix}1&0&0&0\\ 0&0&0&-1\\ 0&0&1&0\end{Bmatrix},\\ \sigma_2=\begin{Bmatrix}0&0&0&1\\ 1&0&0&0\\ 0&-1&0&0\end{Bmatrix}, & \sigma_3=\begin{Bmatrix}0&0&-1&0\\ 0&1&0&0\\ 1&0&0&0\end{Bmatrix},\end{array}\right. \tag{1}$$

(1) Séance du 20 octobre 1930.

où

$$(2)\quad \begin{cases} \gamma_0 = \begin{Bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{Bmatrix}; \quad \gamma_1 = \begin{Bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{Bmatrix}; \\ \gamma_2 = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{Bmatrix}, \quad \gamma_3 = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}, \end{cases}$$

$$(3)\quad \bar{\gamma}_i \gamma_i = 1,$$

un ensemble de quatre fonctions $u = \begin{Bmatrix} u_0 \\ u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{Bmatrix}$ et l'opérateur

$$(4)\quad F = \gamma_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \gamma_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + \gamma_3 \frac{\partial}{\partial x_3}.$$

Le système d'équations

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial u_1}{\partial x_1} + \dfrac{\partial u_2}{\partial x_2} + \dfrac{\partial u_3}{\partial x_3} = 0, \\ \dfrac{\partial u_0}{\partial x_1} + \dfrac{\partial u_3}{\partial x_2} - \dfrac{\partial u_2}{\partial x_3} = 0, \\ \dfrac{\partial u_0}{\partial x_2} + \dfrac{\partial u_1}{\partial x_3} - \dfrac{\partial u_3}{\partial x_1} = 0, \\ \dfrac{\partial u_0}{\partial x_3} + \dfrac{\partial u_2}{\partial x_1} - \dfrac{\partial u_1}{\partial x_2} = 0, \end{cases}$$

qu'on peut écrire [1]

$$(6)\quad Fu = 0,$$

est une linéarisation (au sens de M. Dirac) de l'équation de Laplace à trois variables, car si

$$(7)\quad \bar{F} = \bar{\gamma}_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \bar{\gamma}_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + \bar{\gamma}_3 \frac{\partial}{\partial x_3},$$

---

(1) Nous employons les notations

$$(u\gamma) = \sum_i u_i \gamma_i,$$

$$\alpha . v = \begin{Bmatrix} \alpha_{11} & \dots & \alpha_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{p1} & \dots & \alpha_{pn} \end{Bmatrix} . \begin{Bmatrix} v_1 \\ \dots \\ v_p \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \alpha_{11} v_1 + \dots + \alpha_{p1} v_p \\ \dots\dots\dots\dots \\ \alpha_{1n} v_1 + \dots + \alpha_{pn} v_p \end{Bmatrix}.$$

alors

$$\bar{F}Fu = \Delta u. \tag{8}$$

Le système (5) est une extension des équations de Cauchy pour les fonctions monogènes ([1]). En effet si l'on cherche les ensembles de fonctions u tels que

$$\iint_S (u\sigma)\vec{n}\, d\omega = 0 \tag{9}$$

pour toutes les surfaces fermées S à l'intérieur desquelles u_i sont uniformes continues et dérivables, puisque

$$\iint_S (u\sigma)\vec{n}\, d\omega = \iiint F u\, d\tau, \tag{10}$$

on conclut que u satisfait à l'équation (6). L'opération Fu généralise la dérivation aréolaire de M. Pompeiu ([2]).

On peut établir la formule

$$\iint (u\lambda)(v\sigma)\vec{n}\, d\omega = \iiint [(u\lambda)Fv + (v\bar{\gamma})Fu]\, d\tau, \tag{11}$$

où $v_0 = 0$ et $\lambda_i = \gamma_0\bar{\gamma}_i$, $\lambda_0 = 1$.

Si u est intégrale de (6) on obtient la généralisation de la formule de Cauchy

$$u_M = \frac{1}{4\pi}\iint_S (u_P\lambda)\left(\frac{\overrightarrow{MP}}{\overline{MP}^3}\sigma\right)\vec{n}_P\, d\omega_P. \tag{12}$$

Pour u quelconque on obtient

$$u_M = \frac{1}{4\pi}\iint_S (u_P\lambda)\left(\frac{\overrightarrow{MP}}{\overline{MP}^3}\sigma\right)\vec{n}_P\, d\omega_P - \frac{1}{4\pi}\iiint\left(\frac{\overrightarrow{MP}}{\overline{MP}^3}\bar{\gamma}\right)Fu\, d\tau. \tag{13}$$

généralisation de la formule de M. Pompeiu.

Ces propriétés peuvent être étendues à d'autres systèmes qui réalisent la linéarisation de l'équation de Laplace ou de l'équation des ondes.

([1]) Pour $u_0 = 0$ voir D. Iwanenko et K. Nicolsky, *Ueber den Zusammenhang zwischen den Cauchy-Riemannschen und Diracshen Differentialgleichungen*, dans *Zeitschrift für Physik*, 63, 1930, p. 129.

([2]) Voir les Mémoires publiés dans les *Rendiconti del Circolo mat. di Palermo*, 33, 1912, p. 108, 112, et 35, 1913, p. 277.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries de fractions rationnelles itérées.* Note de M. **Gaston Julia**.

1. On considère la série (1) $\sum_0^\infty a_n R_n(Z)$, $R_n(Z)$ est l'itérée d'ordre n de la fraction rationnelle $R(Z)$, et l'on étudie sa convergence dans le domaine des points doubles attractifs ou indifférents de $[Z|R(Z)]$. Le multiplicateur des points attractifs est un nombre complexe de module <1 qui peut être nul. Nous ne considérons ici que des points doubles indifférents de multiplicateur égal à $+1$.

On associe à l'étude de (1), celle de (2) $\sum_0^\infty a_n z^n$ et (3) $\sum_0^\infty a_n z^{p^n}$, où p est un entier positif. On désigne par ρ et ρ_p les rayons de convergence de (2) et (3). On montre que $\rho_p < 1$ entraîne $\rho_q = 0$ pour $q < p$ et $\rho = 0$. Au contraire $\rho_p > 1$ entraîne $\rho_q = \infty$ pour $q < p$ et $\rho = \infty$.

Si ρ est fini et $\neq 0$, on a $\rho_p = +1$ pour tout entier $p > 0$.

Si $\rho < 1$ la série $\Sigma a_n n^\nu$ diverge quel que soit ν. Si $\rho > 1$ cette série converge pour tout ν.

Les démonstrations et le développement de cette Note paraîtront prochainement dans un autre Recueil.

2. Ces préliminaires permettent de dresser un tableau précis de la convergence de (1).

A. $\rho_p = \rho = 0$. La série (1) ne converge dans le domaine d'aucun point attractif ou indifférent.

B. $0 < \rho_p \leqq 1$, $\rho = 0$. (1) converge [1] dans tout ou partie du domaine Δ_0 où les R_n tendent vers l'origine, lorsque *l'origine est un point attractif à multiplicateur nul* pour lequel $R(0) = R'(0) = \ldots = R^{(p-1)}(0) = 0$, avec une dérivée d'ordre p, $R^{(p)}(0) \neq 0$: elle converge dans la partie de Δ_0 définie par $|F_1| < \rho_p$, F_1 fonction de Böttcher relative à l'origine (dans la totalité de Δ_0 si $\rho_p = 1$); elle diverge dans le domaine des autres points attractifs ou indifférents.

C. $\rho_p = 1$, $0 < \rho < 1$. La série (1) *converge dans le domaine Δ_0 de l'origine* lorsque cette origine est point *attractif à multiplicateur s_0 nul ou au plus*

---

[1] La convergence est uniforme dans tout domaine intérieur au domaine de convergence. Cette remarque est valable pour toute la suite.

égal en module à ρ de manière que $\sum_0^\infty a_n s_0^n$ soit convergente. Elle diverge dans le domaine des autres points attractifs ou indifférents.

D. $\rho_p = \rho = 1$. Ce cas se subdivise :

a. $\Sigma a_n n^\nu$ *converge pour* $\nu < \nu_0$ *avec* $-1 < \nu_0 < 0$, *diverge pour* $\nu > \nu_0$. Alors (1) converge dans le domaine Δ_0 de l'origine : 1° lorsque l'origine est point *attractif;* 2° lorsque l'origine est point *indifférent pour lequel*

$$R'(0) = +1, \qquad R''(0) = R'''(0) = \ldots = R^{(p)}(0) = 0, \qquad R^{(p+1)}(0) \neq 0,$$

à condition que $\nu_0 > -\frac{1}{p}$ (¹). Elle diverge dans le domaine des autres points attractifs ou indifférents.

b. $\Sigma a_n n^\nu$ *converge pour* $\nu \leqq \nu_0$ *avec* $\nu_0 = 0$, *diverge pour* $\nu > \nu_0$. La série (1) *converge dans le domaine de tout point attractif ou indifférent à distance finie.* Elle diverge dans le domaine de l'∞, que ce point soit attractif ou indifférent.

c. $\Sigma a_n n^\nu$ converge pour $\nu \leqq \nu_0$ ($\nu_0 > 0$), diverge pour $\nu > \nu_0$. La série (1) converge dans le domaine de *tout point attractif ou indifférent à distance finie.* Elle converge dans le domaine Δ_∞ de l'∞ lorsque, autour de l'∞ supposé point indifférent, le développement de Laurent de R est de la forme

$$R(Z) = Z + \frac{r_{p-1}}{Z^{p-1}} + \frac{r_p}{Z^p} + \ldots$$

(avec $r_{p-1} \neq 0$ et $p \geqq 1$), *l'entier p satisfaisant à* $1 \leqq p\nu_0$. Elle diverge dans Δ_∞ si l'∞ est point attractif.

E. $\rho_p = +1$, $1 < \rho < +\infty$. La série (1) converge dans le domaine de *tout point attractif ou indifférent à distance finie.* Elle converge dans le domaine Δ_∞ de l'∞, si ce point est *indifférent*, ou *attractif avec un multiplicateur s_∞ de module* $|s_n| \geqq \frac{1}{\rho}$ *de façon que* $\sum \frac{a_n}{s_\infty^n}$ *converge.* Elle diverge dans Δ_∞ si l'∞ est à multiplicateur nul ou $< \frac{1}{\rho}$ en module.

F. $\rho_p > 1$, $\rho = +\infty$. La série (1) converge dans le domaine de tout point *attractif ou indifférent à distance finie.* Elle converge dans tout Δ_∞ *si l'∞ est indifférent, ou attractif avec un multiplicateur* $s_\infty \neq 0$. Elle converge dans une *partie de* Δ_∞ *définie par* $|F_2| > \frac{1}{\rho_p}$ *lorsque l'∞ est attractif à multiplicateur*

(¹) Lorsque $\nu = \nu_0$ fait converger $\Sigma a_n n^\nu$, on peut admettre $\nu_0 p \geqq -1$ et, lorsque $p = 1$, on peut admettre $\nu_0 = -1$.

nul, F_2 étant sa fonction de Böttcher, R étant, autour de l'∞, de la forme $R = Z^p\left[A_p + \frac{A_{p+1}}{Z} + \ldots\right]$, p entier $\geqq 2$, le crochet étant holomorphe autour de l'∞ et $\neq 0$ pour $Z = \infty$.

G. $\rho_p = \rho = \infty$. La série (1) est convergente dans le domaine de *tout point attractif ou indifférent.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe étendue de fractions continues algébriques et sur les polynomes de Tchebycheff correspondants.* Note [1] de M. **Jacques Chokhate**, transmise par M. Appell.

On sait que les polynomes orthogonaux classiques (de Legendre, Jacobi, Hermite, Laguerre) satisfont à une équation différentielle

$$(1) \qquad Ay'' + By' + Cy = 0 \qquad (\text{A, B et C, polynomes en } x).$$

Nous allons donner un critère assez général permettant d'étendre cette propriété importante sur une infinité de systèmes de polygones orthogonaux.

Envisageons un système $\Phi_n(x) = x^n + \ldots$ $(n = 0, 1, \ldots)$ de polynomes orthogonaux de Tchebycheff correspondant à un intervalle (a, b) et à une fonction caractéristique $p(x)$. On a

$$(2) \quad p(x) \geqq 0 \text{ dans } (a, b); \qquad \alpha_n = \int_a^b p(x) x^n dx \text{ existe} \qquad (n = 0, 1, \ldots; \alpha_0 > 0).$$

$$(3) \quad \begin{cases} F(x) \equiv \int_a^b \frac{p(y)\,dy}{x - y} = \frac{\lambda_1|}{|x - c_1} - \ldots = \frac{\Omega_n(x)}{\Phi_n(x)} + \frac{R_n(x)}{\Phi_n(x)}, \\ \Omega_n - \text{polynome du degré } n - 1, \qquad R_n = \frac{\alpha'}{x^{n+1}} + \ldots \qquad (\alpha' \neq 0). \end{cases}$$

Supposons que $p(x)$, satisfaisant aux conditions (2), soit de la forme

$$(4) \qquad p(x) = e^{Q(x)} \prod_{i=1}^{s} (x - a_i)^{A_i} \qquad (A_i > -1,\ a_i = \text{const.}),$$

$Q(x)$ étant un polynome du degré $q(\geqq 0)$; s, entier positif ou zéro.

Désignons par ε', ε $(= 0, 1, 2)$ le nombre des extrémités de l'intervalle en question, *à distance finie*, qu'on trouve respectivement parmi les nombres a et b, et parmi les a_i $(i = 1, 2, \ldots, s)$. Soit d'ailleurs $\theta(\geqq -1)$ le degré en x

(1) Séance du 20 octobre 1930.

de la fonction rationnelle

$$T(x) = Q(x) + \sum_{i=1}^{s} \frac{A_i}{x - a_i} = \frac{p'(x)}{p(x)}. \tag{5}$$

En introduisant le polynome

$$S(x) = (x - a)^{\varepsilon_1}(x - b)^{\varepsilon_2} \prod_{i=1}^{s} (x - a_i)$$

($\varepsilon_{1,2} = 0$, 1, selon que a ou b, supposé fini, se trouve ou non parmi les a_i) du degré $= s + \varepsilon' - \varepsilon$, on peut écrire :

$$F(x) = \frac{1}{S(x)} \left[\int_a^b \frac{S(x) - S(y)}{x - y} p(y)\, dy + \int_a^b \frac{S(y) p(y)\, dy}{x - y} \right].$$

Formons $F'(x)$, intégrons par parties et utilisons (4). On trouve

$$F'(x) = F(x) T(x) + R(x) \qquad (R, \text{ fonction rationnelle}). \tag{6}$$

Il suffit maintenant de suivre la marche indiquée par Laguerre (*Œuvres*, Paris, 1, 1898, p. 322-324) pour arriver au théorème suivant :

THÉORÈME. — *$p(x)$ étant de la forme* (4), $\Phi_n(x)$ *et* $R_n(x)/p(x)$ *sont solutions de l'équation différentielle*

$$V_n S y'' + [V_n S' - S V'_n + T V_n S] y' + C_n y = 0.$$

Ici

$$V_n(x) = S \Phi_n^2 \left[\frac{R_n}{\Phi_n} T - \left(\frac{R_n}{\Phi_n} \right)' \right]$$

et $C_n(x)$ *sont des polynomes en* x *de degrés* $v = s + \varepsilon' - \varepsilon + \theta - 1$ *et* $2v$ *respectivement. L'équation différentielle adjointe a pour solutions* $\Phi_n p / V_n^2$ *et* R_n / V_n^2.

Les coefficients de $V_n(x)$ et $C_n(x)$ s'expriment à l'aide des moments de $p(x)$.

Parmi les applications les plus intéressantes, citons les polynomes orthogonaux classiques, ainsi que les *polynomes ultra-elliptiques correspondant à un intervalle fini* (α_1, α_2) *avec*

$$p(x) = [(x - \alpha_1)(x - \alpha_2) \ldots (x - \alpha_{2m-1})]^{-\frac{1}{2}} \qquad (\alpha_1 < \alpha_2 < \ldots < \alpha_{2m-1};\ m \geq 2). \tag{7}$$

Les considérations précédentes montrent, et cela *sans recourir à la théorie des intégrales ultra-elliptiques*, que V_n et C_n sont respectivement de degrés $2m - 3$, $4m - 6$. Pour $m = 2$ nous retrouvons les résultats de Heine [1].

---

[1] E. HEINE, *Handbuch der Kugelfunktionen*, 2e édition, 1, 1878, p. 294-296.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la valeur asvmptotique de la meilleure approximation de quelques fractions par des polynomes.* Note [1] de M. **N. Achieser**, présentée par M. Hadamard.

1. Soit $E_n[f(x)]$ la meilleure approximation d'une fonction $f(x)$ par des polynomes de degré n sur le segment $(-1, 1)$.

M. S. Bernstein a établi pour $n \to \infty$ la relation asymptotique suivante [2] :

$$E_n\left[\frac{A}{(x-a)^2} + \frac{B}{(x-a)(a^2-1)}\right] \sim \frac{(a-\sqrt{a^2-1})^n}{(a^2-1)^{\frac{3}{2}}}\left[nA + \frac{2Aa-B}{\sqrt{a^2-1}} + \frac{A}{4n(a^2-1)}\right],$$

où l'on a posé, pour fixer les idées, $a > 1$, $\sqrt{a^2-1} > 0$, $A > 0$. Soit

$$(1) \qquad x = \frac{1}{2}\left(v + \frac{1}{v}\right), \qquad \alpha + a - \sqrt{a^2-1},$$

$$b = \frac{1}{2}\left(\beta + \frac{1}{\beta}\right),$$

où v est une nouvelle variable et β un paramètre réel numériquement plus petit que un.

Considérons la fonction

$$R(x) = \frac{L}{2}\left\{ v^{-n}\left(\frac{1-\alpha v}{v-\alpha}\right)^2 \frac{v-\beta}{1-\beta v} + v^n \left(\frac{v-\alpha}{1-\alpha v}\right)^2 \frac{1-\beta v}{v-\beta}\right\}$$

avec un nouveau paramètre L, qui est égal comme on le voit facilement au module maximum de la fonction $R(x)$ sur le segment $(-1, 1)$.

Comme $|\beta| \leq 1$, la fraction $R(x)$ atteint la valeur L avec des signes alternés en $n+2$ points (au moins) consécutifs du segment $(-1, 1)$.

On peut déterminer le nombre L et le paramètre β satisfaisant à la condition mentionnée de façon que

$$R(x) = \frac{A}{(x-a)^2} + \frac{B}{(x-a)(a^2-1)} + \frac{S}{x-b} + P_n(x),$$

$P_n(x)$ étant un polynome de degré n.

---

(1) Séance du 17 octobre 1930.

(2) *Leçons sur les propriétés extrémales et la meilleure approximation des fonctions analytiques* professées à la Sorbonne par M. S. Bernstein (p. 129).

La considération du maximum

$$\max_{-1 \leq x \leq 1} \left| \frac{S}{x-b} \right|$$

conduit au théorème suivant, qui précise le résultat de M. S. Bernstein écrit plus haut.

Théorème I. — *Pour les valeurs de* n, *assujetties à la condition*

$$n > \frac{2A\sqrt{a^2-1}+B}{A\sqrt{a^2-1}},$$

on a l'inégalité

$$\left| E_n \left[\frac{A}{(x-a)^2} + \frac{B}{(x-a)(a^2-1)} \right] - L \right| < \frac{L}{4(n+\sigma)^2} \frac{(a-\sqrt{a^2-1})^n}{a-1},$$

où

$$\sigma = \frac{2aA - B}{A\sqrt{a^2-1}},$$

$$L = \frac{(a-\sqrt{a^2-1})^n}{2} \frac{A}{(a^2-1)^{\frac{3}{2}}} \left[n+\sigma+\sqrt{(n+\sigma)^2+\frac{1}{a^2-1}} \right].$$

2. Posons maintenant

$$f(x) = \frac{A_1}{x-a} + \frac{A_2}{(x-a)^2} + \ldots + \frac{A_k}{(x-a)^k},$$

où a est un nombre réel plus grand que un et $A_1, A_2, \ldots, A_k$ des nombres réels, le dernier étant différent de zéro. En conservant les notations (1), introduisons la fonction

$$\Omega(\nu) = (1-\alpha\nu)^{-k-1} \sum_{i=1}^{i=k} 2^{i+1} A_i \alpha^i \nu^{n+i} (\alpha-\nu)^{k-i} (1-\alpha\nu)^{k-i},$$

et posons

$$-C_{\lambda,\mu} = \frac{d^{\lambda-1}}{d\nu^{\lambda-1}} \left[\frac{\nu^{k-\mu}}{(1-\alpha\nu)^{k-\mu}} \Omega(\nu) \right]_{\nu=\alpha}.$$

Alors on peut démontrer le théorème suivant :

Théorème 2. — *Si l'on désigne par* L *celle des racines de l'équation*

$$\begin{vmatrix} L + C_{1,1} & C_{1,2} & C_{1,3} & \ldots & C_{1,k} \\ C_{2,1} & 1!\,L + C_{2,2} & C_{2,3} & \ldots & C_{2,k} \\ C_{3,1} & C_{3,2} & 2!\,L + C_{3,3} & \ldots & C_{3,k} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ C_{k,1} & C_{k,2} & C_{k,3} & \ldots & (k-1)!\,L + C_{k,k} \end{vmatrix} = 0,$$

pour laquelle

$$\frac{\alpha^n}{L} = O(n^{1-k}),$$

on a la formule

$$E_n[f(x)] - |L| = \frac{L(a-\sqrt{a^2-1})^n}{(a^2-1)^{k-1}} M,$$

où

$$M = O\left(\frac{1}{n^2}\right).$$

Remarquons que le développement de L suivant les puissances décroissantes de n nous donne [1]

$$L = \frac{(a-\sqrt{a^2-1})^n n^{k-1}}{(k-1)!\,(a^2-1)^{\frac{k+1}{2}}} \left\{ A_k + \frac{1}{n}\left[\frac{(k-1)(k+2)aA_k}{2\sqrt{a^2-1}} - (k-1)\sqrt{a^2-1}\,A_{k-1}\right] + \dots \right\}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques théorèmes généralisant la relation de Riemann entre $\zeta(s)$ et $\zeta(1-s)$*. Note de M. **Mandelbrojt**, présentée par M. Jacques Hadamard.

La relation

$$(1) \qquad \zeta(1-s) = 2\Gamma(s)\cos\frac{\pi s}{2}\,\frac{1}{(2\pi)^s}\,\zeta(s)$$

a été démontrée de plusieurs manières différentes. Une méthode intéressante a été donnée par M. Mordell. Elle consiste à employer la formule de Poisson

$$(2) \qquad \sum_{n=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{2n\pi i x}\, dx = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(n).$$

Cet auteur a établi des conditions générales où cette formule est applicable [2].

En employant la formule (2) d'une manière différente de celle de M. Mordell, nous donnons des relations concernant les séries de Dirichlet générales, ces relations contenant (1) comme cas tout à fait particulier.

---

(1) Voir le livre cité de M. S. Bernstein, p. 126.

(2) Voir Mordell, *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* **24**, 4e Partie, 1928, p. 585; *Journal of the London Mathematical Society*, **4**, 4e Partie, 1924, p. 285.

Comparer aussi aux travaux de M. H. Hamburger, *Mathematische Annalen*, **85**, 1922, p. 129; *Mathematische Zeitschrift*, **10**, 1921, p. 240; **11**, 1921, p. 224, et **13**, 1922, p. 283.

Nous parvenons en même temps à des résultats qui permettent d'exprimer toute série de Dirichlet par les séries de la forme $\sum \frac{C_n}{(n+d)^s}$ où d est réel ou complexe.

Nos démonstrations s'appuient essentiellement sur la formule

$$\frac{\Gamma(k)}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\varphi(s)}{s^k}e^{ns}\,dt=\begin{cases}\displaystyle\sum_{\lambda_m<n}(n-\lambda_m)^{k-1}a_m & \text{si } n>0\\ 0 & \text{si } n\leqq 0\end{cases}$$

où $\varphi(s)=\Sigma a_m e^{-\lambda_m s}$, $s=\sigma+it$ $(k>1)$, fractionnaire ou entier (formule valable dans des conditions connues) et sur la formule (2) où

$$f(x)=\frac{\varphi(\sigma+2\pi ix)}{(\sigma+2\pi ix)^k}.$$

On constate facilement que si σ est positif et supérieur à l'abscisse de convergence absolue de $\varphi(s)$ et si $k>1$, les conditions de M. Mordell concernant la légitimité de l'emploi de (2) sont vérifiées [pour la partie réelle et le coefficient de la partie imaginaire de $f(x)$]. De même si $\varphi(s)$ possède un zéro double pour $s=0$, l'abscisse de convergence absolue étant négative, on peut poser dans $f(x)$, $\sigma=0$, si $1<k<2$.

Théorème I. — *Soit $\varphi(s)=\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ une série de Dirichlet dont l'abscisse de convergence absolue est σ_0 et soit $x>\max(\sigma_0, 0)$. La relation suivante a lieu pour s réel et inférieur à 1 :*

$$(3)\qquad \sum_{n=1}^{\infty}e^{-nx}\sum_{\lambda_m<n}(n-\lambda_m)^{s-1}a_m=\Gamma(s)\frac{e^{-\frac{\pi is}{2}}}{(2\pi)^3}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\frac{\varphi(x+2n\pi i)}{\left(n-\frac{ix}{2n}\right)^s}.$$

Ces séries convergent pour $s>1$. Le second membre converge absolument et uniformément dans toute région bornée du demi-plan $\sigma>1+\varepsilon$ $(\varepsilon>0)$. Pour la détermination de $\left(n-\frac{ix}{2\pi}\right)^s$, nous adoptons, en posant

$$\left(n-\frac{ix}{2\pi}\right)=A,\qquad A^s=e^{s\log A}:\ -\pi<\arg A<0.$$

Théorème II. — *Si la fonction $\varphi(s)=\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ possède un zéro double pour $s=0$, l'abscisse de convergence absolue de cette série étant négative, la relation suivante a lieu pour $1<s<2$:*

$$(4)\quad \sum_{n=1}^{\infty}\sum_{\lambda_m<n}(n-\lambda_m)^{s-1}a_m=\Gamma(s)\frac{1}{(2\pi)^s}\left[e^{-\frac{\pi is}{2}}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\varphi(2\pi ni)}{n^s}+e^{\frac{\pi is}{2}}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\varphi(-2n\pi i)}{n^s}\right].$$

Il suffit de poser dans (4) : $\varphi(s) = (1 - e^{-s})^2$ pour avoir la relation (1) de Riemann.

Le théorème III résulte du théorème II.

THÉORÈME III. — *Considérons une série* $F(s) = \Sigma k_n e^{-\lambda_n s}$ *dans laquelle on suppose que* $\overline{\lim} \sqrt[n]{|k_n|} < 1$. *Soit* $v_m = r_m + e^{-\lambda_m}$ *où* r_m *est une suite de nombres entiers positifs croissants. En fixant* $x > 0$ *posons, pour* $n = 1, 2, \ldots,$

$$\alpha_n = \sum_{m=1}^{\infty} k_m e^{-e^{-\lambda_m x - 2 v_m n \pi i}}; \qquad \beta_n = \sum_{m=1}^{\infty} k_m e^{-e^{-\lambda_m x + 2 v_m n \pi i}}; \qquad \gamma = \sum_{m=1}^{\infty} k_m e^{-e^{-\lambda_m x}}.$$

Ces conventions étant faites, les relations suivantes ont lieu

$$F(s) = \Gamma(s+1) \left[\frac{1}{(2\pi)^{s+1}} e^{-\frac{\pi i (s+1)}{2}} \zeta_{(r, F, x)}(s+1) + \gamma e^{\pi i (s+1)} x^{-(s+1)} + e^{\frac{\pi i (s+1)}{2}} \zeta_{-(r, F, x)}(s+1) \right] - \sum_{m=1}^{\infty} k_m \zeta_x(-s, e^{-\lambda_m}),$$

où

$$\zeta_{(r, F, x)}(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n}{\left(n - \frac{xi}{2\pi}\right)^s}, \qquad \zeta_{-(r, F, x)}(s) = \sum \frac{\beta_n}{\left(n + \frac{xi}{2\pi}\right)^s},$$

$$\zeta_x(s, a) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{-nx}}{(n+a)^s}.$$

ASTRONOMIE. — *Les oppositions favorables de la planète Éros.* Note de M. G. FAYET, présentée par M. Ernest Esclangon.

En partant des éléments moyens, sans tenir compte des perturbations, on trouve que la durée de 21 révolutions sidérales de l'astéroïde (433) Éros correspond presque exactement à 37 années juliennes, de telle sorte qu'après cet intervalle, les circonstances respectives des oppositions successives se reproduisent d'une manière analogue.

D'autre part, sur les 16 oppositions que comporte un pareil cycle, deux seulement (dont l'une plus particulièrement) présentent des conditions de proximité à la Terre suffisantes pour permettre une bonne détermination de la parallaxe solaire et d'autres éléments importants de notre système.

Si l'on convient de prendre comme origine du cycle une opposition *très* favorable (catégorie I), l'opposition *assez* favorable (catégorie II) occupe le rang 4 et se produit 6 ans $^3/_4$ plus tard.

Ainsi que le montre le bref relevé ci-dessous, l'opposition moyennement favorable de 1900 a été précédée, en 1894 (et malheureusement avant la découverte d'Éros), d'une opposition de première catégorie offrant des circonstances exceptionnellement avantageuses, puisque la planète s'est approchée de la Terre à la distance 0,15.

Bien qu'un peu moins bonnes, les conditions de la présente opposition, également de première catégorie, sont excellentes.

Mais il nous a paru intéressant de faire remarquer que, dans un avenir relativement proche, en 1937, les astronomes pourront profiter d'une opposition qui, sans être optima, sera néanmoins nettement plus favorable que celle de 1900 et, par suite, permettra sans doute des observations intéressantes.

Opposition en Æ.	Catégorie.	Parallaxe maxima.
Janvier 1894	I	58″
Octobre 1900	II	28
Février 1931	I	50
Novembre 1937	II	38

ASTRONOMIE. — *La détermination des orbites d'astres éloignés.* Note de M. **N. Stoyko**, présentée par M. Ernest Esclangon.

La précision de la détermination de l'orbite d'un astre éloigné d'après trois observations, même en première approximation, est insuffisante : l'intervalle de temps des observations est relativement court et l'erreur d'une observation par rapport à la variation des coordonnées pendant la période considérée est assez grande ([1]). Il faut utiliser immédiatement le plus grand nombre possible d'observations pour déterminer l'orbite de l'astre éloigné.

Soient ξ_0, η_0, ζ_0 les coordonnées géocentriques de l'astre et x_0, y_0, z_0 celles du Soleil à une époque t_0. Si les coordonnées héliocentriques de

([1]) Pour la planète Pluton, nous avons trouvé l'erreur d'une observation en α égale à $0'',8$ et en δ égale à $0'',7$.

l'astre à la même époque sont X_0, Y_0, Z_0, nous avons

$$(1)\qquad \xi_0 = X_0 + x_0, \qquad \eta_0 = Y_0 + y_0, \qquad \zeta_0 = Z_0 + z_0.$$

A une époque t_i nous avons

$$(2)\qquad \xi_i = X_i + x_i, \qquad \eta_i = Y_i + y_i, \qquad \zeta_i = Z_i + z_i.$$

Si l'ascension droite et la déclinaison observées de l'astre sont respectivement α_0, δ_0 et α_i, δ_i, nous avons

$$(3)\qquad \xi_i = \eta_i p_i, \qquad \zeta_i = \eta_i q_i,$$

où

$$(4)\qquad p_i = \cot\alpha_i, \qquad q_i = \operatorname{tang}\delta_i \operatorname{cosec}\alpha_i.$$

Si $|\cot\alpha_i| > 1$, on pose

$$p_i = \operatorname{tang}\alpha_i, \qquad q_i = \sec\alpha_i \operatorname{tang}\delta_i$$

et l'on intervertit le rôle des coordonnées X et Y, ξ et η.

Étant donné que l'observation de l'astre à une époque t_0 est entachée d'erreurs, les valeurs vraies de p et q à l'époque t_0 sont

$$p_0 + \Delta p_0, \qquad q_0 + \Delta q_0,$$

où

$$p_0 = \cot\alpha_0, \qquad q_0 = \operatorname{tang}\delta_0 \operatorname{cosec}\alpha_0,$$

et l'on a

$$(5)\qquad \xi_0 = \eta_0(p_0 + \Delta p_0), \qquad \zeta_0 = \eta_0(q_0 + q_0\Delta).$$

En retranchant des équations (2) les équations (1) et tenant compte de (3) et (5), nous avons

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} p_i\eta_i - p_0\eta_0 - \Delta p_0\eta_0 &= (x_i - x_0) + (X_i - X_0),\\ \eta_i - \eta_0 &= (y_i - y_0) + (Y_i - Y_0),\\ q_i\eta_i - q_0\eta_0 - \Delta q_0\eta_0 &= (z_i - z_0) + (Z_i - Z_0).\end{aligned}\right.$$

On a les développements suivants des coordonnées rectilignes de l'astre

$$(7)\qquad X_i - X_0 = X'_0(t_i - t_0) - \frac{\mu X_0}{2r_0^3}(t_i - t_0)^2 + \ldots.$$

Pour les coordonnées Y_i et Z_i nous avons des expressions du même type.

Les équations (6), en tenant compte de (7), prennent la forme suivante :

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} p_i\eta_i - X'_0(t_i - t_0) - p_0\eta_0 - \Delta p_0\eta_0 &= A_{x_i},\\ \eta_i - Y'_0(t_i - t_0) - \eta_0 &= A_{y_i},\\ q_i\eta_i - Z'_0(t_i - t_0) - q_0\eta_0 - \Delta q_0\eta_0 &= A_{z_i},\end{aligned}\right.$$

où

$$A_{x_i} = x_i - x_0 - \frac{\mu X_0}{2 r_0^3}(t_i - t_0)^2, \tag{9}$$

et des expressions analogues pour A_{y_i} et A_{z_i}.

En éliminant η_i des équations (8), nous avons

$$\left\{\begin{aligned} p_i(t_i - t_0)Y'_0 - (t_i - t_0)X'_0 - (p_0 - p_i)\eta_0 - \Delta p_0 \eta_0 &= A_{x_i} - A_{y_i} p_i, \\ q_i(t_i - t_0)Y'_0 - (t_i - t_0)Z'_0 - (q_0 - q_i)\eta_0 - \Delta q_0 \eta_0 &= A_{z_i} - A_{y_i} q_i, \end{aligned}\right. \tag{10}$$

où les inconnues sont η_0, X'_0, Y'_0, Z'_0, Δp_0 et Δq_0. En divisant ces équations par η_0, on trouve les équations (1) des *Comptes rendus* (191, 1930, p. 630), d'après lesquelles nous avons calculé l'orbite de Pluton.

Les équations (10) du premier degré sont faciles à résoudre par la méthode de Cauchy ou par la méthode des moindres carrés. En choisissant pour t_0 une époque voisine de $\frac{\Sigma t_i}{n}$ on élimine aussi, en partie, l'influence des dérivées du troisième ordre.

En première approximation, on peut négliger les termes du second ordre et même Δp_0 et Δq_0 et l'on obtient

$$\left\{\begin{aligned} p_i(t_i - t_0)Y'_0 - (t_i - t_0)X'_0 - (p_0 - p_i)\eta_0 &= (x_i - x_0) - (y_i - y_0)p_i, \\ q_i(t_i - t_0)Y'_0 - (t_i - t_0)Z'_0 - (q_0 - q_i)\eta_0 &= (z_i - z_0) - (y_i - y_0)q_i, \end{aligned}\right. \tag{11}$$

où les inconnues sont η_0, X'_0, Y'_0, Z'_0. Après avoir résolu ces équations par rapport à η_0, on trouve les valeurs approchées de X_0, Y_0, Z_0 et z_0. On calcule les valeurs améliorées des coordonnées et de la vitesse de l'astre en tenant compte de l'influence des termes du second ordre d'après (9).

ACOUSTIQUE. — *Méthode d'observation d'ondes sonores non stationnaires.* Note [1] de M. **Edgar-Pierre Tawil**, présentée par M. Ch. Fabry.

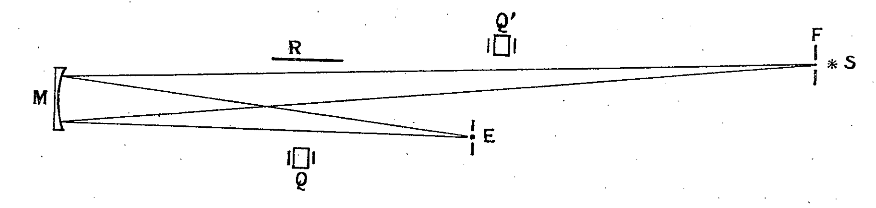
Cette méthode permet de fixer dans le temps et de les rendre visibles des ondes sonores se propageant dans un gaz sans recourir à la stroboscopie ou aux ondes stationnaires.

Soient en M un bon miroir concave de long foyer, en S une source lumineuse devant laquelle se trouve une fente fine F dont l'image est interceptée avec précision par un fil E. Quand E est bien placé et de dimension appro-

---

[1] Séance du 17 novembre 1930.

priée, aucun rayon issu de F ne lui échappe. Il n'en est plus de même quand l'indice de l'air vient à varier en un point du trajet lumineux. Si par exemple une onde sonore émise par Q', dans laquelle l'indice est différent de celui de l'air ambiant, traverse le faisceau incident ou réfléchi, les rayons sont déviés et l'œil placé derrière E verra passer l'image de cette onde; c'est-à-dire qu'il verra sur le fond obscur du miroir une traînée lumineuse due aux variations successives de l'indice de l'air. Pour apercevoir ces ondes à l'état de repos, on peut, comme je l'ai indiqué dans ma Note



précédente (¹), les réfléchir sur elles-mêmes de façon à créer des ondes stationnaires.

Je signale aujourd'hui un nouveau procédé qui permet d'atteindre le même résultat sans qu'il soit nécessaire de recourir aux ondes stationnaires.

Les conditions de l'expérience restent les mêmes avec toutefois cette différence essentielle que le son traverse deux fois le faisceau lumineux. Cela se réalise très simplement en lui faisant traverser successivement les faisceaux incident et réfléchi. Si l'on se sert d'une lentille au lieu d'un miroir, on fait repasser le son dans le faisceau en le réfléchissant à l'aide de deux miroirs à 45° convenablement espacés. La condition requise est qu'il y ait dissymétrie entre les zones de lumière traversées par les deux trains d'ondes. La source sonore utilisée Q est un quartz oscillant.

Dans ces conditions on peut voir se dessiner sur le miroir (ou sur la lentille) des raies brillantes dont l'écartement et le nombre sont fonctions, entre autres, de la fréquence du son et de la dissymétrie des régions lumineuses traversées. Au voisinage immédiat du miroir la valeur du faisceau incident et de celui réfléchi étant la même, il n'apparaît pas de raies, seul le passage du son est visible. Quand on éloigne la source sonore pour la rapprocher progressivement de E les raies apparaissent et vont en augmentant. Elles sont bien stables et ne se déforment ou se déplacent que sous l'influence d'une

---

(¹) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 92.

perturbation, quand par exemple on altère la vitesse du son en provoquant un déplacemens d'air sur son parcours.

La discussion de la marche complexe des rayons lumineux sortirait du cadre de cette présentation, elle n'irait pas non plus sans quelques difficultés. Toutefois, si l'on fait abstraction de la strioscopie qui n'intervient dans cette expérience qu'à titre de détectrice pour rendre visibles les ondes sonores, on simplifie singulièrement le problème. On ne se trouve plus qu'en présence d'un phénomène de coïncidences dû à la superposition par contact optique de deux trains d'ondes de même fréquence assurément mais dont les longueurs d'ondes sont toutefois fictivement différentes du fait des différences d'angles. C'est en somme ce que l'on voit quand on interpose une grille entre l'œil et un miroir ou quand on regarde au travers de deux grilles. Les coïncidences se traduisent par des raies plus fortes et plus espacées que les barreaux de la grille et l'on sait que celles-ci demeurent fixes quand bien même on déplace la grille.

Une variante à signaler consiste à réfléchir à l'aide d'un écran R les ondes sonores après ou pendant leur passage dans les faisceaux lumineux. Dans un cas on voit se superposer à l'image des ondes stationnaires celle des coïncidences, dans l'autre les ondes stationnaires apparaissent d'un côté de l'écran tandis que du côté opposé se détachent les raies de coïncidences.

ÉLECTRONIQUE. — *Détermination directe du volume de l'électron.* Note [1] de M. **V. Posejpal**, transmise par M. Pierre Weiss.

On l'obtient par la formule $\frac{\sigma}{\rho} = \frac{\pi}{m_H} r^2$, dans laquelle $\frac{\sigma}{\rho}$ est le coefficient spécifique de diffusion des rayons γ très durs dans l'hydrogène, $m_H = 1,662.10^{-24}$ g la masse absolue de l'atome d'hydrogène et r le rayon de l'électron, supposé sphérique. La valeur de r ainsi obtenue est sensiblement égale à celle trouvée par la théorie électromagnétique, $1,9.10^{-13}$ cm.

Pour le vérifier nous employons les données citées par les *International Critical Tables* (vol. 6, Table 6, p. 17) se rapportant aux rayons γ du Ra(B + C) filtrés par $2^{cm},6$ de plomb. Nous y trouvons pour $\frac{\sigma}{\rho}$ cm^2/gr les valeurs : 0,0323 (Al), 0,0383 (H^2O), 0,0406 ($C^3H^8O^3$). Bien qu'il y manque la mesure directe de l'hydrogène, nous obtenons, en première

[1] Séance du 17 novembre 1930.

approximation, la vérification de notre formule en admettant pour $\frac{\sigma}{\rho}$ les valeurs trouvées pour l'eau et la glycérine, puisque $\frac{\sigma}{\rho}$ varie peu avec la substance. On obtient ainsi pour r les nombres $1,42.10^{-13}$ et $1,47.10^{-13}$ cm. Ils sont en bon accord avec la valeur électromagnétique $1,9.10^{-13}$ citée plus haut, en lui restant un peu inférieurs, car les $\frac{\sigma}{\rho}$ employés pour leur calcul sont évidemment inférieurs à la valeur exacte de l'hydrogène.

En mettant au contraire dans notre formule pour r sa valeur électromagnétique, on obtient $\left(\frac{\sigma}{\rho}\right)_{\rm H} = 0,068$ et par la formule d'additivité de M. Fournier (*Comptes rendus*, 183, 1926, p. 200), on calcule ensuite des valeurs mesurées pour l'eau et la glycérine les coefficients sp. de diffusion du carbone 0,042, et de l'oxygène 0,035. Les valeurs ainsi calculées et la valeur mesurée de l'aluminium, représentées graphiquement, sont en bon accord. La valeur électromagnétique de r satisfait donc bien à notre formule.

J'ai obtenu cette formule comme un cas spécial dans une série des considérations plus générales sur l'absorption, basées sur une conception nouvelle de l'éther (1). D'après celle-ci l'éther a une structure corpusculaire, les corpuscules étant formés par des neutrons qui ont sensiblement le même volume que les électrons libres. Pour préciser la notion de neutron nous remarquons ceci : le système d'un proton et d'un électron libres, après avoir émis l'énergie électromagnétique égale en somme à $h\nu_0$, ν_0 étant la fréquence limite de la série de Lyman, devient l'atome normal d'hydrogène, de masse inerte $m_{\rm H}$. S'il émet de nouveau l'énergie $m_{\rm H}c^2$, il devient neutron, de masse inerte zéro.

Mais on peut déduire notre formule directement et c'est ce que je veux faire ici, en n'attribuant à l'éther d'autres propriétés que la structure corpusculaire seule, ce qui nous permettra de donner à la formule ainsi obtenue une interprétation plus générale.

Si r est le rayon du corpuscule supposé sphérique, la section normale d'un faisceau élémentaire des rayons parallèles aura πr^2 pour sa limite inférieure et nous admettons que ce sont les rayons élémentaires dits photons, qui possèdent cette limite. Observons maintenant une couche plane d'hydrogène d'épaisseur dx, assez petite pour que tous les atomes

---

(1) *Rozpravy II tř. Čes. Akademie věd. Praha*, 37, 1928, p. 7, 39; 40, 1930, p. 35; *Bulletin international de l'Académie des Sciences de Bohême*, 1927, 1928, 1930.

soient bien visibles dans la direction de la normale, et frappée normalement par un faisceau homogène de rayons parallèles d'intensité $J = ih\nu$. Supposons la fréquence ν assez grande pour que les photons $h\nu$ pénètrent dans les atomes d'hydrogène jusqu'au noyau où ils sont diffusés de sorte que, dans un faisceau de densité maximum, chaque atome dévie un photon. Le centimètre carré de la couche peut être traversé simultanément par $1^{\text{cm}^2} : \pi r^2$ photons dont les atomes d'hydrogène diffuseront le nombre $n\,dx \times 1^{\text{cm}^2}$, $n = \frac{\rho}{m_{\text{H}}}$ étant le nombre d'atomes par unité de volume. La probabilité pour qu'un photon soit diffusé étant égale à $p = n\,dx\,\pi r^2$, on a

$$di = -ip, \qquad dJ = -\sigma J\,dx = -Jp,$$

et par suite $\sigma = n\pi r^2$ et alors enfin $\frac{\sigma}{\rho} = \frac{\pi}{m_{\text{H}}} r^2$, ce qui est notre formule.

Résumé. — En admettant que l'éther ait la structure corpusculaire, on déduit pour la diffusion des rayons γ très pénétrants dans l'hydrogène, la formule $\frac{\sigma}{\rho} = \frac{\pi}{m_{\text{H}}} r^2$, r étant le rayon du corpuscule éthérien supposé sphérique, et l'on trouve, d'après les valeurs expérimentales de $\frac{\sigma}{\rho}$, pour r la même valeur numérique que la théorie électromagnétique trouve pour le rayon de l'électron. Ce résultat semble être favorable à l'idée, développée par l'auteur pour la première fois en 1928, que l'éther est formé par des neutrons.

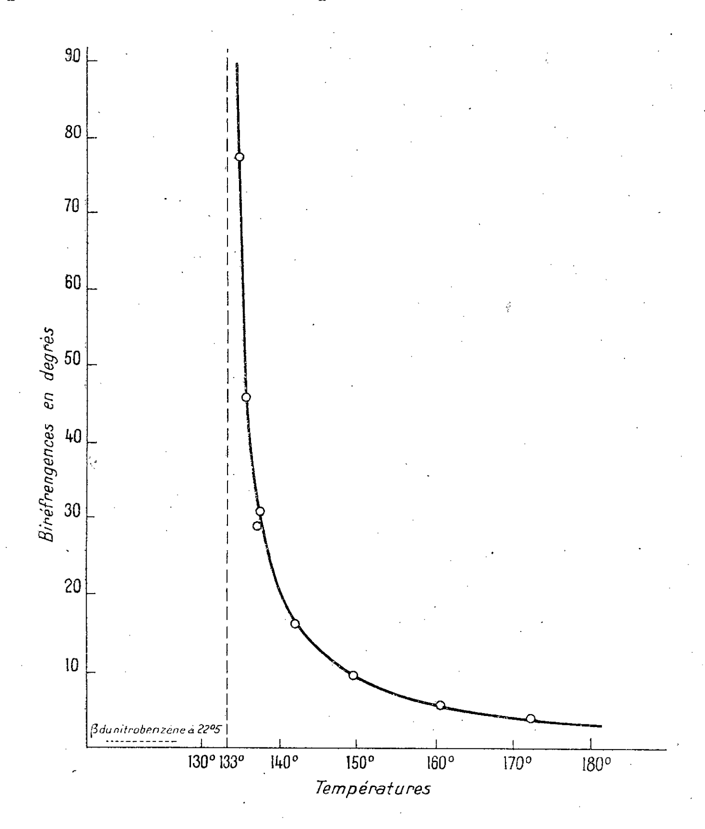
BIRÉFRINGENCE MAGNÉTIQUE. — *Variation thermique de la biréfringence magnétique du para-azoxyanisol au-dessus de la température de disparition de l'état mésomorphe.* Note [1] de Mlle **Jacqueline Zadoc-Kahn**, présentée par M. A. Cotton.

Les recherches antérieures décrites ici [2] ont été reprises à Bellevue dans le champ du grand électro-aimant de l'Académie des Sciences. La courbe de l'effet Cotton-Mouton sur le p-azoxyanisol à l'état de liquide isotrope a pu être obtenue depuis 134°,5 jusqu'à 172°,6, le point de disparition de l'état nématique étant 133°,1 (à 0°,5 près).

---

(1) Séance du 17 novembre 1930.
(2) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 672.

Les conditions thermiques ont été améliorées depuis les premières mesures : d'une part, comme il a été vérifié qu'un chauffage prolongé ou trop intense du *p*-azoxyanisol altère cette substance, des précautions ont été prises pour éviter cette cause d'erreur; d'autre part, l'uniformité et la mesure de la température du liquide ont été mieux assurées, au moyen d'un dispositif qui sera décrit dans une publication plus étendue.



L'entrefer, plus grand que dans les premières expériences à cause d'un système calorifuge plus encombrant, était de $62^{mm},5$. Dans ces conditions, le champ obtenu avec les pièces polaires terminales rondes de $60^{mm},9$, uniforme à 400 gauss près sur la longueur de 20^{mm} utilisée, était de 33900 gauss.

Les mesures sont figurées par la courbe ci-dessus.

Les ordonnées représentent les angles β de rotation de l'analyseur, proportionnels à la biréfringence. Les abscisses représentent les températures, connues à moins d'un demi-degré près.

Les mesures de β, faites à quelques centièmes de degré près, atteignent pour les grandes valeurs de β une précision relative supérieure à $\frac{1}{1000}$.

La biréfringence maxima, observée au voisinage immédiat du point de transformation est d'environ 90°. Ce point n'est pas sur la courbe, sa détermination précise n'ayant pas été faite. (Dans le champ de 40700 gauss employé antérieurement, la biréfringence maxima, mesurée à nouveau, dépasse 120°.) A 134°, 5, β = 77°, 65. A 172°, 6, β n'atteint plus que 4°, 25.

Dans les mêmes conditions (dans un même champ et sous une même épaisseur, soit 20^{mm}) à 22°, 5 la biréfringence magnétique du nitrobenzène n'est que de 1° (à 0°, 03 près).

Ainsi, lorsqu'un corps présentant un état nématique (car il est infiniment probable que le phénomène n'est pas particulier au para-azoxyanisol) est placé à l'état isotrope dans un champ magnétique, il acquiert une biréfringence remarquable par sa grandeur énorme et par sa variation d'allure hyperbolique avec la température. Foëx a prévu ces phénomènes en admettant l'existence d'un champ moléculaire à l'intérieur du liquide isotrope. La théorie suggérée par Cotton [1] et développée notamment par Kast, qui représente les liquides mésomorphes comme constitués par des associations de molécules, permet aussi d'expliquer la courbe ci-dessus, si l'on suppose que ces agrégats moléculaires ne sont pas tous immédiatement détruits, au-dessus du point de transformation, par l'agitation thermique (A. COTTON, *Rapport au Conseil de Physique Solvay*, octobre 1930).

RADIOACTIVITÉ. — *Nouveau spectrographe magnétique à rayons α.* Note de M. **S. Rosenblum**, présentée par M. A. Cotton.

Les recherches [2] entreprises au moyen du grand électro-aimant de l'Académie des Sciences ayant mis en évidence l'utilité de la méthode de focalisation pour l'étude du spectre magnétique des rayons α, il nous a semblé intéressant de réaliser, dans ce cas particulier, un appareil de recherches simple permettant une étude préparatoire et servant d'instrument complémentaire pour les recherches à effectuer avec le grand électro-aimant à Bellevue.

---

(1) COTTON, *Symétrie des cristaux et symétrie moléculaire*. Conférence publiée dans le volume : *Les progrès de la physique moléculaire*, 1914, p. 181, note (1). Paris, Gauthier-Villars.

(2) Voir *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1124.

Afin de réaliser avec les moyens courants de laboratoire le champ assez intense et étendu indispensable pour cette méthode, nous avons fait construire des pièces polaires de forme particulière permettant la concentration du flux magnétique disponible dans la région annulaire strictement utile.

Ces pièces polaires ont été adaptées à un électro-aimant à faible consommation existant déjà au laboratoire Curie.

L'entrefer réalisé se trouve compris dans une couronne dont le rayon intérieur est 20^{cm} et le rayon extérieur est $22^{cm},5$. Pour un entrefer de $2^{mm},9$ et un courant de 5 ampères, l'intensité du champ magnétique peut atteindre 18 kilogauss environ, ce qui permettrait de focaliser tous les groupes de rayons α dont le produit $H\rho \leqq 380$ kilogauss/cm environ (ceci est le cas pour la majorité de groupes de rayons α connus. Si l'on pouvait disposer de pièces polaires en ferro-cobalt, on pourrait probablement dépasser 19 kilogauss et atteindre tous les groupes importants de rayons α).

Pour remédier à la non-uniformité du champ magnétique aux deux extrémités des pièces polaires, celles-ci se trouvent prolongées de quelques centimètres au delà de la semi-circonférence utile, ce qui leur donne un profil rappelant un fer à cheval.

Entre les pièces polaires et maintenu par celles-ci se trouve le bâti de l'appareil constitué par une boîte métallique dont les parois annulaires sont en fer, le reste étant en laiton. Les parois ont le même profil que les pièces polaires et sont soudées sur la partie en laiton; elles se trouvent dans le prolongement des pièces polaires lorsque l'appareil est en place. C'est entre ces parois en fer (faisant, pour ainsi dire, partie des pièces polaires) que l'on réalise l'entrefer de $2^{mm},9$ dans lequel les rayons α sont focalisés quand le vide est établi.

Pour obtenir l'étanchéité de l'appareil, des feuilles d'aluminium ou d'étain de quelques centièmes de millimètre d'épaisseur se trouvent appliquées à l'aide d'une cire appropriée sur les parois recouvrant les parties soudées. La boîte métallique porte le châssis de la plaque photographique, la source radioactive et la fente délimitant le faisceau de rayons α. L'intérieur de l'appareil est rendu accessible au moyen de couvercles rodés sur la partie en laiton. L'un des couvercles est perpendiculaire à la direction du faisceau et porte un écran en sulfure de zinc rendant possible l'observation directe et le dénombrement éventuel de l'arrivée de particules individuelles.

En faisant varier l'intensité du courant magnétisant, on peut faire passer successivement différents groupes de rayons α dans le champ d'observation de l'appareil (ce champ est relativement faible et l'on ne pourra étudier simultanément que des groupes dont la vitesse diffère de quelques pour cent seulement).

Une canalisation adaptée à l'appareil permet l'évacuation rapide du très faible

volume de l'appareil dans lequel une pression de l'ordre de la barye peut être maintenue.

Nos premières expériences ont permis de confirmer photographiquement la structure fine dans le cas du ThC pour les deux raies α ThC et α' dont les vitesses diffèrent de $\frac{3}{1000}$ seulement. L'intensité du courant employé est de 1,9 ampère, sous 110 volts de tension, les bobines de l'électro-aimant étant en série. La distance entre les deux images est de $1^{mm},4$ environ, le grand pouvoir dispersif de l'appareil étant dû au grand rayon de courbure ρ l'intensité du champ H étant relativement faible (16000 gauss environ). (Dans le cas de la méthode directe que nous employions avant, les raies du ThC et ThC′ qui ont des vitesses qui diffèrent de 20 pour 100 n'étaient séparées que de quelques dixièmes de millimètre seulement.)

Il nous a semblé utile de signaler dès à présent ce nouveau dispositif.

Pour sa construction et sa mise au point, les conseils de M. F. Holweck nous ont été précieux. Nous poursuivons d'ailleurs cette étude. La création de l'électro-aimant à faible consommation ainsi que le calcul relatif à la construction des pièces polaires décrites son dus à M. Gondet.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur l'utilisation des fleuves à leur embouchure. Rectification.* Note de M. **C. Raveau**.

Une erreur, répétée aux tableaux 95_a et 149 du *Recueil de Constantes physiques* publié par la Société française de Physique, assigne à la température d'ébullition de l'eau de mer la valeur unique $103°,7$, alors que le maximum, pour les eaux les plus salées, n'atteint certainement pas $100°,5$. Cette correction rend pratiquement négligeable l'intérêt qu'il pourrait y avoir à remplacer l'eau de mer chaude par l'eau d'un fleuve ([1]), substitution sur laquelle j'avais attiré l'attention de M. G. Claude ([2]). Il reste seulement que l'emploi de l'eau douce ne sera jamais désavantageuse et qu'on peut parler d'une énergie thermique des eaux du globe.

([1]) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 472.
([2]) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 903.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les conditions de formation et de décomposition de la cémentite.* Note de M. **P. Pingault**, transmise par M. G. Charpy.

La présente Note a pour but de compléter certaines observations publiées antérieurement en collaboration avec M. G. Charpy, en ce qui concerne la stabilité et les différents modes de formation de la cémentite.

1° *Décomposition de la cémentite par la chaleur.* — De la cémentite pure, préparée par l'action du cyanure de sodium à 650° sur de la limaille de fer électrolytique a été chauffée dans le vide à diverses températures, puis attaquée par de l'acide nitrique de densité 1,2.

A 1000°, après 10 heures de chauffe, je n'ai pu déceler que des traces impondérables de graphite libre.

A 1075°, après 1 heure, la cémentite s'était agglomérée en masse, et l'attaque par l'acide a révélé des traces très nettes de graphite.

A 1175°, après 1 heure, la cémentite a fourni, d'une part, des globules métalliques présentant au microscope métallographique l'aspect de la fonte grise, et, d'autre part, une poudre très riche en graphite.

En résumé, tant que l'on n'atteint pas des températures nettement supérieures à 1000°, la cémentite pure paraît très stable. C'est ce qui a lieu dans les différents cas du travail de l'acier, et les seuls phénomènes entrant alors en jeu seraient, même pour des aciers très riches en carbone, la dissolution ou la diffusion du carbure de fer. Par contre, dès que l'on arrive aux températures voisines de la fusion de la fonte, la cémentite se décompose très rapidement et l'excès de carbone se sépare de la fonte en fusion.

2° *Formation de la cémentite.* — En essayant de cémenter du fer pur dans du cyanure de sodium du commerce, maintenu à l'abri de l'air pour éviter les phénomènes d'oxydation, j'ai pu observer que la cémentation du fer devenait à peu près nulle, que l'on opère à 600-650° ou à 850-900°.

Voici la moyenne des résultats obtenus par chauffage de 24 heures d'un fil d'acier extra-doux ($C = 0,09$) d'un diamètre de $\frac{6}{10}$ de millimètre :

	Teneur en carbone obtenue	
Températures.	à l'abri de l'air.	à l'air.
650°	0,12	2,8
850°	0,21	3,3

Les résultats, sans être tout à fait aussi nets, sont du même ordre avec le cyanure de sodium pur.

Ce phénomène est à rapprocher du fait suivant : l'observation micrographique de la zone voisine de la surface d'un échantillon de fonte grise, chauffée pendant 24 heures dans du cyanure de sodium fondu à l'air, maintenu à 675°, montre que le graphite de la fonte a été entièrement brûlé. On est alors conduit à penser que le cyanure de sodium serait sans action sur le fer et que certains composés oxygénés ou certains produits oxygénés de la décomposition de ce cyanure se comporteraient comme certains mélanges d'oxyde de carbone et de gaz carbonique, c'est-à-dire seraient oxydants pour le carbone et carburants pour le fer.

3° *Action de l'électrolyse.* — J'ai soumis à l'électrolyse un bain de cyanure de sodium fondu, maintenu à 650°, les électrodes étant en acier doux.

Le phénomène varie considérablement avec la densité du courant.

Avec une densité de courant de 1 ampère par décimètre carré, au bout de 40 heures, l'anode est fortement durcie en surface. La cathode n'est pas modifiée. On se trouve en présence d'un phénomène semblable à la carburisation, la fixation du carbone ayant alors lieu à peu près uniquement sur l'anode.

Avec une densité de courant de 20 ampères par décimètre carré, le phénomène change d'allure : les électrodes ne sont plus durcies et l'anode est nettement rongée.

En portant la densité du courant à 60 ampères par décimètre carré, la perte de poids de l'anode a atteint $2^{g},5$ par centimètre carré au bout de 15 heures. J'ai recueilli la poudre provenant de cette attaque, en épuisant le cyanure par l'eau. Le produit obtenu, lavé à l'alcool, à l'éther, et séché dans le vide contenait 6 pour 100 de carbone en moyenne et 2 à 2,5 pour 100 d'oxygène. On serait en présence de cémentite détachée de l'anode à cause de sa formation très rapide et légèrement oxydée au cours des lavages par suite de la très grande finesse sous laquelle elle se présente.

COLLOÏDES. — *Sur les modifications produites dans la courbe spectrale d'absorption d'une solution de matière colorante par l'introduction d'un colloïde dans la solution.* Note [1] de MM. **Augustin Boutaric** et **Maurice Doladilhe.**

I. Si, dans la solution d'une matière colorante, on introduit quelques gouttes d'un sol colloïdal, plusieurs cas peuvent se présenter :

---

(1) Séance du 17 novembre 1930.

a. Si la matière colorante existe en solution à l'état moléculaire, l'addition du colloïde ne produit aucune variation dans la courbe spectrale d'absorption lumineuse propre à la matière colorante, quels que soient la nature du colloïde et son signe.

b. Si la solution de matière colorante est colloïdale, c'est-à-dire n'est pas dialysable et présente le phénomène de l'électrophorèse, les effets observés dépendent du colloïde introduit.

1° Si le colloïde appartient à la catégorie des colloïdes généralement appelés instables, suspensoïdes ou lyophobes, et si ses granules sont de signe contraire à ceux de la matière colorante, l'introduction du colloïde provoque une diminution d'opacité de la solution colorante. Les ordonnées de la courbe spectrale d'absorption de la matière colorante sont réduites dans le même rapport tout le long du spectre.

2° Si le colloïde appartient à la même catégorie, mais si ses granules sont de même signe que ceux de la matière colorante, l'introduction du colloïde ne provoque qu'une réduction d'opacité difficile à apprécier et qu'on peut considérer comme pratiquement nulle.

3° Si le colloïde appartient à la catégorie des colloïdes dits stables, émulsoïdes ou lyophile, l'introduction du colloïde provoque une diminution d'opacité de la solution colorante. Les ordonnées de la courbe spectrale d'absorption de la matière colorante sont encore réduites dans le même rapport tout le long du spectre. La réduction d'opacité ainsi produite dépend de la valeur de la concentration en ions hydrogène du colloïde introduit et croît régulièrement au fur et à mesure que la variation du pH tend à donner un ion colloïdal de signe contraire à celui de la matière colorante.

II. Nous avons étudié ce phénoméne par la méthode suivante :

Étant donnée une solution colorante A, on introduit, sur l'un des faisceaux d'un spectrophotomètre, une cuve contenant un certain volume de cette solution dilué dans un égal volume d'eau et, sur l'autre faisceau du spectrophotomètre, une cuve identique contenant de l'eau; on détermine les coefficients d'absorption lumineuse k de la solution colorante pour toute l'étendue du spectre. On recommence ensuite l'expérience en introduisant, sur le premier faisceau du spectrophotomètre, une cuve contenant un certain volume de la solution colorante dilué dans un égal volume d'un sol colloïdal B, et sur l'autre faisceau, dans une cuve identique, un certain volume du sol colloïdal B dilué dans un égal volume d'eau; on détermine,

dans ces conditions, les coefficients d'absorption lumineuse k' de la solution colorante pour toute l'étendue du spectre.

Si le colorant existe en solution moléculaire, on a, tout le long du spectre, $k = k'$, quel que soit le colloïde introduit.

Si, au contraire, le colorant est de nature colloïdale, on a $k' < k$, sauf lorsque le colloïde introduit est un colloïde lyophobe dont les granules ont le même signe que ceux de la matière colorante. Le quotient $\frac{k'}{k}$ est le même tout le long du spectre.

III. A titre d'exemple, indiquons quelques résultats obtenus avec une solution de bleu diamine 3R, matière colorante colloïdale à granules négatifs.

a. L'introduction d'un colloïde positif, comme l'hydrate ferrique, provoque une diminution d'opacité de la matière colorante. Pour toutes les longueurs d'onde du spectre visible, le quotient $\frac{k-k'}{k}$, qui représente la diminution relative du coefficient d'absorption lumineuse, augmente de plus en plus lorsque, pour une même solution colorante, on fait croître la quantité d'hydrate ferrique, et atteint une valeur égale à l'unité lorsque cette quantité est suffisante pour produire la floculation réciproque avec le bleu diamine.

C'est ce que montrent les nombres suivants, relatifs à une solution de $0^g,08$ par litre de bleu diamine pour des poids différents p d'hydrate ferrique :

p.	$0^g,007$.	$0^g,014$.	$0^g,021$.	$0^g,028$.	$0^g,035$.	$0^g,040$.
$\frac{k-k'}{k}$	0,21	0,32	0,35	0,38	0,39	1

b. L'introduction d'un colloïde hydrophobe négatif, par exemple de sulfure d'arsenic, ne produit qu'une variation inappréciable dans l'absorption du bleu diamine. A la précision des mesures près, on a, tout le long du spectre, $k = k'$.

IV. Les résultats précédents, sur l'interprétation desquels nous reviendrons ultérieurement, fournissent une méthode très simple pour reconnaître si une matière colorante est ou non colloïdale.

Il suffit, pour pouvoir l'appliquer, de disposer d'échantillons de deux hydrosols dont les granules soient de signes contraires, par exemple d'un hydrosol de sulfure d'arsenic et d'un hydrosol d'hydrate ferrique, et d'en introduire quelques gouttes dans la solution colorante.

Si aucun d'eux ne produit de diminution d'opacité, ce qu'on peut souvent constater au moyen d'un simple colorimètre, la matière colorante est moléculaire.

Lorsque la matière colorante est colloïdale, on aperçoit, le plus souvent à l'œil nu, une diminution très nette d'opacité après l'introduction du colloïde dont les granules sont de signe opposé à celui de la matière colorante.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pyrolyse des huiles végétales à indice d'acétyle notable.* Note de MM. **Raymond Delaby** et **Raymond Charonnat**, présentée par M. Auguste Béhal.

Tous les spécialistes des matières grasses semblent maintenant d'accord sur le fait que *l'huile de pépins de raisins*, primitivement rangée à côté de l'huile de ricin, en raison de son indice d'acétyle parfois élevé, ne présente guère d'analogie avec cette dernière ([1]). L'huile de pépins de raisins présente un indice d'acétyle très variable, l'écart des résultats est dû autant à la diversité des techniques de détermination de cet indice qu'au mode d'expression des résultats, et aussi à l'emploi d'huiles plus ou moins hydrolysées ou oxydées ([2]).

D'après L. Margaillan, l'huile de pépins frais, préparée avec soin, s'oxyde facilement surtout en présence de pépins broyés : son indice d'acétyle initial est insignifiant, mais celui-ci s'élève pour les huiles industrielles obtenues de pépins broyés, conservés longtemps avant l'extraction par solvant, sans que toutefois sa valeur dépasse 50.

Cependant, après de patientes séparations des acides gras, d'autres auteurs attribuent l'indice d'acétyle de l'huile de pépins à des glycérides d'acides-alcools. E. André ([3]), utilisant les savons de lithium dans ces séparations, montre que les acides-alcools auraient de 10 à 14 atomes de carbone; l'un serait saturé, l'autre monoéthylénique. E. Carrière, Brunet et

---

([1]) J. Marcusson, dans son *Manuel pour l'industrie des huiles et graisses*, page 65 de la traduction française (Paris 1929, Béranger), continue cependant de faire le rapprochement entre ces deux huiles.

([2]) Outre le Traité classique de Lewkowitsch, cf. G. Bouchard, *Introduction à l'étude des matières grasses*, p. 57 et suiv. (Dunod, Paris 1908); L. Margaillan, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 306, et *Ann. Comb. liq.*, 2, 1927, p. 825.

([3]) E. André, *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 1413; 175, 1922, p. 107: 176, 1923, p. 843.

Mlle Cros (¹), effectuant des précipitations fractionnées des savons de calcium d'une huile industrielle, accumulent les acides-alcools dans une fraction à poids moléculaire moyen élevé (318), où ils caractérisent l'acide érucique $C^{22}H^{42}O^2$.

Il nous a semblé qu'un moyen très simple de constater que l'huile de pépins de raisins ne renfermait pas d'acide ricinoléique, consistait à la soumettre à la décomposition thermique sous pression réduite, dans les conditions où l'huile de ricin se scinde en œnantol (heptanal) et acide undécylénique. La pyrolyse d'huiles industrielles de diverses provenances, notamment un échantillon de la région viticole de Montpellier [acidité : 25,7 pour 100 en acide oléique; indice d'acétyle (E. André) 82,3], un échantillon d'origine algérienne (acidité 18,2 pour 100 et indice d'acétyle 88,9), n'a donné que des traces d'aldéhyde non saturé, révélé par le réactif de Schiff, tandis qu'on recueille environ 20 pour 100 du poids de l'huile traitée, en acides gras saturés et non saturés de poids moléculaire moyen élevé (303 à 339).

La décomposition pyrogénée se fait d'autre manière avec le savon sodique de ricin : elle fournit l'acide sébacique, le méthylhexylcarbinol et la cétone correspondante. Le même traitement appliqué à l'huile de pépins de raisins ne permet d'isoler qu'une fraction alcoolique insignifiante, donnant un phtalate acide huileux.

Ces expériences confirment donc que l'huile de pépins de raisins industrielle ne renferme pas d'acide ricinoléique, et elles montrent qu'il ne s'y trouve pas, en quantité appréciable, d'autre acide-alcool éthylénique susceptible de se scinder en aldéhyde saturé et acide non saturé.

Poursuivant ces recherches sur la pyrolyse des huiles à indice d'acétyle notable, nous avons aussi décomposé dans le vide une *huile* d'*Hevea brasiliensis*, extraite de graines provenant d'Indochine [acidité 31,8 pour 100 en acide oléique; indice d'acétyle (E. André) 48,7] : nous avons condensé près de la moitié du poids d'huile; le fractionnement ultérieur, sous 14^{mm}, des produits recueillis, ne permet d'isoler entre 80 et 140° que 1 pour 100 environ de liquide colorant très faiblement le réactif de Schiff, et la majeure partie, constituée par des acides gras, passe entre 200 et 230° (poids moléculaire moyen 312).

Nous continuons ces pyrolyses, au fur et à mesure des possibilités d'approvisionnement en huiles à indice d'acétyle élevé.

(¹) E. Carrière et Brunet, *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 1516, et avec Mlle Cros, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **43**, 1928, p. 143.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Migration 1-3 de groupes aminés. Mécanisme. Applications à d'autres réactions analogues.* Note de M. **Joseph Robin**, présentée par M. Delépine.

1. Nous avons signalé précédemment, le cas d'isomérie présenté par des dérivés arylaminés de diaryl-aryléthinylcarbinols [1] : transformation, par exemple, du corps azoté incolore (I) en corps azoté jaune (II)

$$(C^6H^5)_2\overset{1}{C}(NHC^6H^5)—\overset{2}{C}{\equiv}\overset{3}{C}—C^6H^5 \quad (I). \qquad (C^6H^5)_2C{=}CH—C({=}NC^6H^5)—C^6H^5 \quad (II).$$

Cette isomérisation présente l'intérêt de se rapprocher d'une autre déjà connue : celle d'un carbinol acétylénique en cétone éthylénique [2], réaction étendue, par la suite, à la production d'aldéhydes éthyléniques [3].

2. Le passage de la formule (I) à la formule (II) pourrait s'effectuer par la migration en 3 d'un des groupes phényles lié au carbone 1, avec production du corps allénique intermédiaire (III). Ce dernier, après réarrangement interne, donne le corps (IV), identique à (II),

$$C^6H^5—\overset{1}{C}(NHC^6H^5){=}\overset{2}{C}{=}\overset{3}{C}(C^6H^5)_2 \quad (III). \qquad C^6H^5—C({=}NC^6H^5)—CH{=}C(C^6H^5)_2 \quad (IV).$$

Si cette hypothèse était exacte, dans la série du diphényl-*p*-tolyléthinylcarbinol, le dérivé incolore (V) devrait se transformer en un isomère jaune (VI)

$$(C^6H^5)_2C(NHC^6H^5)—C{\equiv}C—C^6H^4.CH^3 \quad (V). \qquad C^6H^5—C({=}NC^6H^5)—CH{=}C(C^6H^5)(C^6H^4.CH^3) \quad (VI).$$

Or, nous avons établi que ce dérivé janne répondait, non à la formule (VI), mais à la formule

$$(C^6H^5)^2C{=}CH—C({=}NC^6H^5)—C^6H^4.CH^3,$$

---

(1) J. Robin, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 790.

(2) Meyer et Schuster, *D. ch. G.*, **55**, 1922, p. 819. — Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et Mackall, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **33**, 1923, p. 934.

(3) H. Rupe et ses collaborateurs, *Helv. Chim. Act.*, **2**, 1928, p. 449 et suiv.

qui ne peut être obtenue par la migration d'un phényle à partir de (V) [1].

3. Deux autres mécanismes peuvent encore être envisagés : 1° migration pure et simple d'un reste aminé, de la position 1 à la position 3, suivie de réarrangements intramoléculaires ; 2° addition d'un réactif auxiliaire sur la triple liaison, suivie d'une élimination et des réarrangements voulus.

Deux hypothèses analogues ont été déjà émises par plusieurs auteurs pour interpréter l'isomérisation des carbinols acétyléniques en cétones : migration pure et simple de l'oxhydryle ou addition d'eau sur la triple liaison. Mais aucun fait décisif n'avait permis de choisir entre elles, car il est difficile d'écarter l'intervention toujours possible de molécules d'eau provenant de l'humidité des réactifs.

De prime abord, notre isomérisation de dérivés arylaminés aurait pu être considérée comme un exemple typique de migration 1-3, sinon comment expliquer la présence en 3 de tout un groupement, le reste arylaminé, primitivement situé en 1 ? Les arylamines n'étant pas des agents aussi répandus que l'eau, on ne peut pas invoquer leur intervention aussi simplement que celle de l'humidité.

Pourtant nos expériences ne sont pas en faveur de l'hypothèse d'une migration.

La transformation n'est possible, en effet, comme nous l'avons souligné dans notre Note antérieure, qu'en présence d'un catalyseur, le chlorhydrate d'aniline. Elle ne se fait pas avec l'aniline libre : il semble donc que l'acide chlorhydrique joue un rôle indispensable.

Nous pouvons alors imaginer l'addition, sur la triple liaison, de ClH provenant de la dissociation partielle du chlorhydrate d'aniline, puis réaction, suivant le schéma ci-dessous, de l'aniline libérée :

$$\begin{array}{l} {C^6H^5 \atop C^6H^5}\!\!>\!C\text{———}C{=}C{-}C^6H^5 \\ \quad\;\; | \qquad\qquad\;\; | \quad\;\; | \\ \quad \boxed{NHC^6H^5 \quad H} \; \boxed{Cl + H}NHC^6H^5 \end{array}$$

ensuite élimination, sous forme d'aniline, du reste aniliné primitif, et enfin reconstitution du catalyseur par la base et l'acide libérés.

Pour appuyer cette hypothèse, nous avons cherché à isoler ces produits d'addition, dont nous admettons la production intermédiaire, en faisant réagir directement ClH sur les dérivés du type I. Avec les corps aryl-

---

(1) Cette démonstration rappelle celle qu'ont donnée Meyer et Schuster pour l'isomérisation des carbinols acétyléniques (*loc. cit.*).

aminés, la réaction est masquée par des phénomènes accessoires. Nous avons alors pris le cas, plus simple, des éthers chlorhydriques

$$(\mathrm{Ar})^2\,\mathrm{CCl} - \mathrm{C} \equiv \mathrm{C} - \mathrm{Ar},$$

et nous avons réussi, effectivement, à obtenir dans deux séries, des chlorhydrates bien définis, mais très peu stables. Le chlorhydrate

$$(\mathrm{C^{25}H^{17}Cl,\ HCl})$$

de l'éther chlorhydrique du diphényl-β-naphtyléthinylcarbinol est un composé incolore de Pf environ 155°, celui ($\mathrm{C^{21}H^{14}BrCl, HCl}$) de l'éther chlorhydrique du diphényl-*p*-bromophényléthinylcarbinol, un corps incolore de Pf environ 100°. Ces corps sont très sensibles à l'action de l'humidité qui les transforme en cétone éthylénique $(\mathrm{Ar})^2\mathrm{C} = \mathrm{CH} - \mathrm{CO} - \mathrm{Ar}$. Ce fait conduit à leur attribuer une formule du type

$$(\mathrm{Ar})^2\mathrm{CCl} - \mathrm{CH} = \mathrm{CCl} - \mathrm{Ar}.$$

Notre hypothèse reposant sur une addition d'acide chlorhydrique sur la triple liaison de dérivés du même type, se présente donc comme très admissible.

En résumé, d'après nos données actuelles, la migration 1-3 de restes arylaminés ne serait qu'une apparence : la transformation consisterait essentiellement en une addition, laquelle serait suivie d'élimination, puis de réarrangements intramoléculaires.

L'interprétation proposée paraît s'appliquer à plusieurs réactions où pouvait être invoquée une migration 1-3 de divers groupements, par exemple les transformations de carbinols acétyléniques, de leurs éthers-sels ou de leurs éthers-oxydes, qui s'effectuent toutes en milieu acide.

GÉOLOGIE. — *Sur la limite inférieure du Quaternaire dans les Pyrénées-Orientales.* Note (¹) de M. **Octave Mengel**.

« Il n'est aucun terrain, dit Haug, dont la délimitation et la classification aient été l'objet d'autant de divergences entre les auteurs. La cause doit en être cherchée dans les points de vue extrêmement variés auxquels on s'est placé, et surtout dans le fait qu'ici les transgressions marines ne

(¹) Séance du 3 novembre 1930.

jouent plus qu'un rôle tout à fait secondaire dans l'établissement des coupures stratigraphiques. »

M. Gignoux se basant sur l'évolution sur place de la faune pliocène à la faune quaternaire, et prenant en considération la superposition normale des sédiments marins où se fait cette évolution sur les assises astiennes, en conclut à la continuation du cycle de remblaiement pliocène jusqu'à la partie supérieure de cette assise, qu'il dénomme l'étage *Calabrien*, équivalent du Pliocène supérieur continental, le *Villafranchien*. Cet étage pouvant, suivant les régions, atteindre des altitudes de 1000^m : 400^m en Calabre, par exemple, et 280^m dans la région de Castellar quarto ([1]).

Depéret ([2]) admet les dépôts marins littoraux suivants : 325^m, 265^m, 204^m, 148^m, 100^m, 60^m, 30^m et 18^m. Mais il range dans le Pliocène les rivages d'altitude supérieure à 100^m (*Sicilien*). Toutefois, ignorant l'existence en Roussillon du rivage de 100^m, que j'ai signalé en 1920 ([3]) à l'extrémité orientale des Pyrénées, c'est au niveau de 60^m qu'il fait débuter le Quaternaire des Pyrénées-Orientales.

Haug, au contraire, regardant l'apparition brusque de types nouveaux d'origine asiatique, des genres *Equus*, *Elephas meridionales*, *Bos*, dans le Villafranchien comme un événement assez important pour justifier l'établissement d'une coupure importante, plaça le Villafranchien dans le Quaternaire.

Les arguments produits par ces maîtres et basés d'une part sur un *synchronisme* d'ordre paléontologique et d'autre part sur la *continuité* stratigraphique des dépôts s'opposent les uns aux autres.

Après avoir constaté la longue série de phénomènes de sédimentation qui s'est poursuivie pendant tout le Pliocène pour se terminer au Calabrien supérieur et en avoir tiré conséquence pour ranger le Calabrien dans le Pliocène, malgré la constatation qu'il fait de l'extrême rareté, vers 280^m des espèces éteintes, M. Gignoux ajoute, comme s'il doutait de l'argument paléontologique : « *Nous appellerons Quaternaire, par définition, toute formation qui se présentera discontinue avec le Pliocène*. » En conséquence, après avoir reconnu que le Calabrien peut s'élever soit à 1000^m, soit à 300^m d'al-

---

([1]) GIGNOUX, *L'étalage calabrien sur le versant nord-est de l'Apennin* (*B. S. G, Fr.*, 4e série, **14**, 1915, p. 322).

([2]) DEPÉRET, *Essai de coordination chronologique des temps quaternaires* (*Comptes rendus*, **166**, 1908, p. 480).

([3]) *Deux anciennes lignes de rivage du Roussillon* (*Comptes rendus*, **170**, 1920, p. 663).

titude et que les dépôts du Sicilien se maintiennent à une altitude sensiblement constante de 90 à 100^m sur le pourtour méditerranéen, il en tire argument pour préciser l'établissement d'un régime différent à partir de la constitution du littoral de 90-100^m.

Or, en 1914, je signalais ([1]) deux cordons littoraux, l'un d'altitude allant de 150 à 225^m du Sud au Nord, appartenant au Pliocène supérieur, l'autre d'altitude *uniforme*, de 280^m, et je rangeais ce dernier dans le Quaternaire. Ce cordon caillouteux n'existe qu'au débouché des vallées principales déjà ébauchées à la fin du Pliocène supérieur, mais généralement suivant des thalwegs plus au Sud que les thalwegs actuels. En certains points, comme dans la vallée de l'Ayly, ce rivage de 280^m s'accuse par des falaises portant encore l'empreinte de l'usure par les flots, ailleurs, sur le versant nord des Albères, du Boulou à Ceret, notamment, et au cap de Creus, il est marqué par des méplats alluvionnaires portant les cultures.

J'ai retrouvé cet horizon sur le revers méridional des Pyrénées ([2]), ainsi que sur le revers N et NE du Montseny. J'ai l'impression que le régime quaternaire est tout différent au sud-est de ce massif. La topographie n'y accuse rien de semblable aux terrasses du Roussillon et de l'Ampurdan. Le Sicilien marqué sur les cartes espagnoles au nord-ouest de Barcelone n'a aucune ressemblance avec le Sicilien du Roussillon. Il s'agit simplement d'un Pliocène à l'altitude de 100^m.

Le cailloutis du littoral de 280^m, qu'il repose sur un substratum vierge de tout dépôt pliocène (silurien à Céret, dévonien à Thuir, albien à Paziols), ou sur les dépôts discordants de l'Astien (Boulternère, notamment), est toujours horizontal ou très légèrement ondulé (causse de Thuir).

Le niveau de 280^m est donc en Roussillon tout à fait indépendant du Pliocène. Il me paraît par suite logique, d'après la définition même de M. Gignoux, de le rapporter au début du Quaternaire et de voir en lui, d'après sa situation par rapport à l'Astien et au Sicilien, le représentant du Calabrien que, d'ailleurs, M. Gignoux note à cette altitude dans les Apennins.

([1]) *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 145.

([2]) O. MENGEL, *Continuitad de las terrazas antigas de* 100, 225 *y* 280 *metros, en las dos vertientes del extremo oriental de los Pyreneos* (*Mém. Real Ac. de C. y Artes de Barcelona*, 3e ep., **16**, IV, 1920, p. 1-6).

GÉOLOGIE. — *Sur les rapports des zones subbétique et pénibétique à hauteur d'Archidona-Alfarnate* (Prov. de Malaga et de Grenade). Note [1] de M. **Maurice Blumenthal.**

Le long du haut plateau entre Loja et Campillos, occupé principalement par la zone du Trias d'Antequera, on peut distinguer une zone pénibétique au Sud et une zone subbétique au Nord. Tandis que cette distinction est bien nette dans le nord de la province de Malaga, les lignes de séparation sont plus difficiles à tracer vers l'Ouest et l'Est.

Si l'on fait la transversale de la chaîne dans le coin orographique, formé par le ressaut vers le nord des montagnes de Loja et l'arête principale Torcal-Alfarnate, on coupe les diverses unités tectoniques dans un arrangement compliqué et intéressant [2].

La zone subbétique fait partie dans cette traverse avec la chaîne d'*Archidona*. Les calcaires clairs de petit massif elliptique, antérieurement attribués au Jurassique supérieur, doivent être considérés comme Lias; bien qu'une série de transition (calcaires marneux, lités) paraissent les unir au Crétacé (marno-calcaires, néocomiens) reposant dessus, leur faune révèle le Lias. Au point de vue structural les montagnes d'Archidona forment un anticlinal droit ou incliné vers le Nord-Ouest, traversé par une faille oblique. Il est à noter que des restes épars de marnes triasiques sont pincés dans le flanc sud-ouest de l'anticlinal; ils se rattachent à la large bande du Trias citrabétique d'Antequera, connue par sa structure chaotique; ils indiquent donc une superposition du Trias sur des formations subbétiques.

Une position intermédiaire entre le Subbétique et le Pénibétique occupe la petite coupole anticlinale de la *Sierrecilla de Salinas* au sud-est de la chaîne d'Archidona, émergeant en demi-fenêtre de la zone triasique. Formé de Lias alpin, reconnu déjà par la Mission d'Andalousie, cette petite coupole, entourée d'une auréole de Crétacé, doit probablement être jointe aux éléments pénibétiques qui forment l'immense massif calcaire de Loja.

Le bord intérieur (Sud et Sud-Est) de la zone d'Antequera est limité dans notre transversale par du Flysch qui se rattache aux différentes struc-

---

(1) Séance du 10 novembre 1930.

(2) Voir les cartes citées dans la Note précédente (*Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 952).

tures pénibétiques et se superpose mécaniquement au Trias. Au sud-est de Salinas, c'est la couverture tertiaire de la masse calcaire de Loja qui recouvre les marnes et gypses citrabétiques. Le long de la ligne du Rio Guadalhorce, le Flysch pénibétique suit le bord du Trias en laissant comme témoins de charriage quelques restes isolés sur le dos triasique; quelques boutonnières de Trias (Villanueva de Trabuco) indiquent la position du dernier vers le Sud : c'est le même Flysch qui se réunit à la zone de Colmenard (bord septentrional du Bétique) en passant en dessous de la masse flottante (Sra. de Saucedo, etc.), mentionnée dans une Note précédente.

L'extension du Flysch et de sa base marneuse crétacique, entre Loja (Rio Frio) et les environs au sud-est d'Antequera, est interrompue par une ligne d'accidents qui font saillie sous forme de montagnes rocheuses; ce sont la *Sra. Gibalto*, la Sra. Buitreras-Alto de la Rreña et quelques pointements calcaires entre les deux. On trouve ici un développement typique du Lias alpin avec fausses brèches, probablement toarciennes, ce qui n'est guère le cas dans les zones médiane et interne; le Jurassique supérieur et le Crétacé paraissent avoir été enlevés par l'érosion antérieure au Flysch. Nous considérons ces montagnes comme une *zone externe du Pénibétique*, comparable à celle de Ronda. Leur continuation se retrouve vers l'Est dans l'Hacho de Loja et la Sra. Elvira. Au point de vue structural, la manière de percer brusquement la couverture tertiaire et le déversement de l'anticlinal vers le Nord-Ouest est remarquable. C'est au-dessus du Gibalto que se place la grande masse calcaire de Loja qui, en arrière, près de Zaffaraya, semble s'attacher normalement à la base bétique. Entre cette masse jurassique de la Sra. Gorda et le Gibalto devrait se trouver la série flottante établie auparavant : mais celle-ci termine au sud de Gibalto avec une partie frontale qui semble l'unir au Flysch pénibétique, appuyé contre elle.

En continuant notre coupe vers le Sud-Est, au delà de la « série flottante », aux environs d'Alfarnate, on constate des anticlinaux et des écailles importants, formant des montagnes très abruptes. Un grand anticlinal à noyau triasico-liasique et à direction aberrante (NW-SE) forme la chaîne du Gallo; d'autres structures sont droites ou accusent une poussée locale vers le SSW. Le Bétique se redresse ici (Riogordo) et décrit dans la zone de Colmenar (Flysch) un noyau de formations anciennes, ce qui fait ressortir le peu de profondeur de la « cuvette » de Flysch et souligne les rapports immédiats avec le Pénibétique.

Arrivé au Sud, au socle bétique, nous résumons les différents rapports

structurals comme suit : *La base bétique, couronnée par des éléments pénibétiques, se sectionne vers le Nord ;* au massif partiel de Riogordo succèdent les *plis et les écailles d'Alfarnate* (zone interne) qui, eux-mêmes, sont remplacés vers l'Est par la grande masse calcaire de Loja (Sra, Gorda) ; *un complexe charrié* (Boca del Asno-Puerto Alazores) *s'introduit entre ses éléments et la zone externe* (Gibalto). L'ensemble de ces structures, sauf la masse flottante, plus ou moins solidaires au Bétique, montre *une poussée vers et sur la zone triasique d'Antequera* qu'elle chevauche sur un grand parcours. *Comme un grand dôme d'allure extravasé, cette masse triasique émerge et chevauche au Nord la zone subbétique d'Archidona. Elle masque une ligne structurale de premier ordre ;* l'occurrence d'une nouvelle unité tectonique (les Rondaïdes et les Alpujarrides à Trias alpin) située au-dessous du complexe bétique-pénibétique en fait ressortir l'importance.

OCÉANOGRAPHIE. — *Colonnes volcaniques liquides sous-marines.* Note [1] de M. J. **Thoulet**.

Des graphiques densimétriques déduits des cotes recueillies par le *Challenger* dans les divers océans montrent qu'en diverses stations les cotes se rapportant respectivement à chacune des trois caractéristiques variables σ_0, σ_θ et θ descendent et s'élèvent en colonnes sensiblement verticales. Certaines d'entre elles montrent sur une portion plus ou moins considérable de leur étendue, soit en montant, soit en descendant, une série de valeurs numériques régulièrement croissantes ou décroissantes. Ces colonnes relient sur une longueur variable le sol, quelque profond qu'il soit, avec la surface. Leur existence établie graphiquement, c'est-à-dire d'une façon indiscutable, s'explique de la manière suivante :

Les cotes en θ ont près du sol leur valeur minimum et augmentent régulièrement de bas en haut; les valeurs en σ_θ augmentent au contraire en descendant; celles en σ_0 restent sensiblement les mêmes tout en assurant souvent une légère augmentation en montant. Quelle que soit leur nature, elles découvrent l'économie, la pérennité et la progression, au sein de l'océan, du grand cycle naturel de la transformation continue de l'eau salée en eau douce et de l'eau douce en eau salée, grâce à un brassage

(1) Séance du 3 novembre 1930.

facile à constater, de sorte que le liquide garde toujours le même titre salin et assure ainsi la régularité de l'évaporation superficielle.

La portion centrale du Pacifique fournira un exemple de ces colonnes. On y a groupé les cotes en σ_θ, σ_0 et θ en trois graphiques distincts, à la même échelle, permettant l'observation et la comparaison simultanées du rôle individuel de chaque caractéristique dans l'œuvre totalisée de la colonne. L'eau de la surface, en partie évaporée et par conséquent alourdie, descend à travers la masse liquide de l'océan. Échauffée par les émanations volcaniques jaillissant du sol inondé et affirmées par tant de preuves, ainsi allégée, elle commence à s'élever verticalement à travers les couches d'eau sus-jacentes de moins en moins froides qui favorisent son ascension et elle monte jusqu'au moment où, rencontrant plus ou moins haut une couche d'eau de même σ_θ que celle qu'elle possède elle-même, elle cesse de s'élever et se confond avec le milieu ambiant. Elle est alors prête à subir la même évaporation dans des conditions identiques à celles qu'elle a subies et subira encore tant de fois et à fabriquer de nouveau de l'eau douce. Le grand cycle de l'eau dans la nature à travers l'océan aérien et l'océan liquide est donc désormais fermé, aidé par la très faible diffusibilité thermique et saline de l'eau douce ou salée.

BOTANIQUE — *Sur la répartition en zone du* Rivularia bullata *Berkeley.* Note de M. **Adrien Davy de Virville**, présentée par M. Louis Mangin.

Le *Rivularia bullata* est une petite Cyanophycée marine, à frondes bulleuses, d'un vert de bronze, atteignant tout au plus quelques centimètres de diamètre. Elle n'est d'ailleurs visible à l'œil nu, sur les rochers abandonnés par la mer, que de juillet en octobre. Cette algue a été observée pour la première fois aux Sables-d'Olonne et à Piriac, par A.-P. De Candolle, en 1806, au cours de son célèbre voyage botanique dans l'ouest de la France. Depuis lors les botanistes lui ont donné au moins 16 noms différents que je rappelle ici, autant pour bien préciser l'espèce dont je veux parler que comme un curieux exemple de la confusion résultant de la synonymie souvent fort embrouillée des Cryptogames. Elle a donc été nommée successivement : *Ulva bullata*, par De Candolle ; *Clavatella viridissima*, par Bory de Saint-Vincent ; *Alcyonidium bullatum*, par Lamouroux ; *Rivularia nitida*, par Desmazières ; *Rivularia cerebrina*, par Montagne ; *Physactis lobata*, *bullata*, *spiralis*, *pilifera*, ou *Heteractis pruniformis*, par Kutzing ; *Rivularia*

bullata, par Berkeley ; *Scytochloria nitida*, par Harvey ; *Physactis nitida*, par Westendorp ; *Chætophora chlorites* ou encore *Rivularia deformis an nitida*, par Shouboe.

Or en étudiant la répartition des végétaux marins dans la baie de Saint-Malo, j'ai constaté que le *R. bullata* formait, du moins en certains points, une véritable zone de végétation, fait qui n'a encore jamais été signalé avec précision, à ma connaissance.

Prenons comme exemple l'île de Cézembre, au large de Saint-Malo, sur laquelle ont porté mes premières observations.

Le *R. bullata* commence à se montrer au même niveau que le *Lichina pygmoea*, soit au niveau moyen des pleine mer de morte-eau. D'autre part, il descend jusqu'au niveau des *Fucus vesiculosus*. Mais c'est au niveau des *F. platycarpus* et dans la moitié supérieure de la zone à *F. vesiculosus* qu'il atteint son plus grand développement, couvrant parfois complètement de grandes étendues de rochers de son petit thalle vert bleuâtre, mais seulement lorsque ces *Fucus* font défaut ou sont peu nombreux. Dans la partie supérieure de sa zone, ou à la limite de son aire, l'espèce se réfugie au milieu des touffes de *Lichina pygmoea* qui semblent avoir un double rôle physique et biologique. Elles protègent l'algue contre la dessiccation pendant la longue période où elle se trouve abandonnée par la mer à marée basse ; d'autre part, on sait que c'est un *Rivularia*, et peut-être précisément l'espèce *bullata*, qui fournit les gonidies de ce *Lichina*. De plus on peut remarquer que, comme le *Caloplaca marina*, le *R. bullata* colonise de préférence toutes les pointes de rochers et surtout celles qui sont exposées au Sud. Enfin il n'existe que sur les côtes méridionales de l'île qui, tournées vers le continent, sont par suite relativement abritées.

Ces faits ne sont point particuliers à Cézembre. Ils peuvent également s'observer sur tout le littoral de la baie de Saint-Malo ainsi que sur certains récifs de cette baie (Fort National, Petit et Grand Bey, Haumet, Grand Jardin, Haies de la Conchée, Grand Chevreuil, etc.). Car cette espèce n'existe pas sur les rochers ni trop abrités, ni trop battus : comme l'a bien vu P. de Bauchamp. Dans le premier cas, elle se trouve en concurrence avec les *F. vesiculosus* ou *serratus* qui empêchent son développement ; et, dans le second, elle ne peut, comme presque toutes les autres Algues, supporter la violence des vagues. Elle se comporte donc tout à fait comme l'*Ascophyllum nodosum* qui, elle, se développe exclusivement dans les endroits abrités. Or, de ce que l'*A. nodosum* fait défaut sur les côtes battues (il n'existe, par exemple, sauf à Cézembre qui est une véritable île, sur aucun des récifs

isolés en pleine mer de la baie de Saint-Malo), ce n'est pas une raison pour nier que cette espèce forme une zone de végétation parfaitement nette et décrite, d'ailleurs, par la plupart des auteurs qui s'occupent de Bionomie marine.

Le même raisonnement me paraissant s'appliquer au cas du *R. bullata*, je proposerai une nouvelle classification des zones de végétation marine basée sur leur distinction en *zones fondamentales* composées d'organismes ne faisant jamais ou très rarement défaut sur les côtes, et, en *zones de remplacement*, constituées, au contraire, par des végétaux suffisamment abondants pour être caractéristiques d'un niveau donné, mais ne se rencontrant que dans certaines conditions biologiques, seuls ou mêlés aux précédents.

ZONES FONDAMENTALES.	ZONES DE REMPLACEMENT.	
	Mode abrité.	Mode semi-battu.
1. *Xanthoria parietina*	–	–
2. *Caloplaca marina*	–	–
3. *Verrucaria Maura*	–	–
4. *Lichina confinis*	–	–
5. *Lichina pygmæa*	–	*Rivularia bullata* (5–10)
6. *Pelvetia canaliculata*	–	–
7. *Fucus platycarpus*	*Ascophyllum nodosum* (7–9)	–
8. *Fucus vesiculosus*		–
9. *Fucus serratus*		–
10. *Laminaria flexicaulis*	–	–

Cette classification qui comprend certainement, surtout en ce qui concerne les zones de remplacement, des lacunes que l'avenir comblera, doit s'appliquer au littoral de l'océan Atlantique et des mers communiquantes où le jeu des marées et l'effet de la latitude permettent le développement des végétaux envisagés. On sait, en particulier, que le *R. bullata* dont la répartition rappelle celle de la plupart des Fucacées constituant ces zones biologiques, s'étend depuis l'Islande, vers le Nord, jusqu'à Tanger et aux îles Canaries vers le Sud.

ZOOLOGIE. — *Les larves de Semper des eaux indochinoises.* Note (¹) de M. C. N. DAWYDOFF, présentée par M. M. Caullery.

Les larves des Zoanthides, connues sous le nom de « larves de Semper » et auxquelles E. Van Beneden a donné les noms génériques de *Zoanthella*

(¹) Séance du 17 novembre 1930.

et *Zoanthina*, ne se rencontrent, en général, que dans les mers tropicales. Très peu de naturalistes ont pu les voir vivantes (Semper, 1867; Conklin, *Papers Tortugas Laborat.*, 2, 1908). Les Zoanthides sont abondants et variés dans les eaux indochinoises, mais leurs larves *Zoanthella* et *Zoanthina* ne sont qu'occasionnelles, tout au moins dans le plancton de surface. Telle est tout au moins la leçon d'un an et demi de recherches systématiques en divers points : sud de l'Annam, Poulo-Condore et golfe du Siam.

Je n'ai vu *Zoanthella* que trois fois : dans la baie de Nhatrang (VII, 29, 2 exemplaires); dans la baie au sud-ouest de Poulo-Condore (II, 30, 1 ex.); enfin, dans les eaux de Poulo-Dawa (golfe du Siam) [IV, 30, 1 ex.]. Les larves des deux dernières stations appartiennent au type de *Z. Henseni*, établi par E. Van Beneden pour des échantillons de l'Atlantique tropical (îles du Cap Vert). Elles sont piriformes; allongées, plutôt cylindriques dans leur région orale et élargies dans l'aborale. La bouche, ronde, assez large, n'est pas terminale, mais nettement dorsale. Il n'y a pas de pore aboral. La longueur est de 6-8^{mm}. Il y a une riche pigmentation. La face dorsale est d'un brun sépia foncé avec une belle nuance violette; la face ventrale est plus claire.

Sur cette face ventrale, un sillon médian peu profond renferme l'organe locomoteur caractéristique : une bande longitudinale de très puissants flagelles bien individualisés, commençant juste en arrière de la bouche et se poursuivant sur les deux tiers de la longueur du corps.

Les deux larves de la baie de Nhatrang présentent une particularité intéressante. Au premier coup d'œil, on reconnaît ce remarquable type de *Zoanthella*, décrit par Conklin (1908) de Tortugas (Floride), dans les eaux du golfe du Mexique. Les flagelles de la bande ventrale y sont agglutinés et forment une membrane ondulante, les seules extrémités flagellaires restant individualisées. La lumière, jouant sur cette membrane, donne de fort belles irisations. L'une de ces larves est de taille moyenne (7^{mm}), l'autre est beaucoup plus grande, atteignant étalée 11^{mm} de long sur 2,5 de large au niveau de sa région aborale dilatée. La forme n'est pas cylindrique comme celle des types de Tortugas, mais déprimée dorso-ventralement. Aussi la larve peut-elle sembler vermiforme. Il y a deux sillons médians; l'un ventral, véritable gouttière contenant l'organe locomoteur, l'autre dorsal, peu profond et indiqué seulement dans la moitié aborale du corps. Ce dernier sillon contourne le pôle aboral dilaté, en le subdivisant en deux lobes latéraux, puis va se jeter dans la gouttière ventrale, à peine perceptible dans cette région. La bouche est toujours nettement dorsale. Pas de pore aboral. La teinte générale est jaune ocre assez clair, uniforme sur la face ventrale

et compliquée, sur la dorsale, de nombreuses taches d'un brun sépia, irrégulièrement étoilées, anastomosées par leurs rayons, donnant l'aspect de marbrures. Je propose, pour cette larve, le nom de *Zoanthella Conklini*.

Zoanthina ne fut capturée qu'à Poulo-Condore (I, 30; 2 ex.) et les deux exemplaires appartiennent à la même espèce. Ce sont des larves ovoïdes, très allongées suivant leur axe vertical (oro-aboral). D'un pôle à l'autre, s'étendent 6 sillons méridiens équidistants, correspondant aux 6 macroseptes. Un sillon orthogonal aux méridiens, logeant la bande ciliée circulaire caractéristique des *Zoanthina*, divise le corps en deux hémisphères inégaux, l'oral beaucoup plus petit que l'aboral et ne faisant qu'un tiers de la longueur totale. Son centre porte une bouche en fente allongée. Il n'y a ni papilles orales ni pore aboral. Le sillon cilié est peu profond et, lorsque la larve nage, l'appareil ciliaire est bien visible et donne un très bel aspect. Excitée, la larve se contracte fortement, devient presque sphérique, son sillon se creuse et l'appareil ciliaire y disparaît. La teinte générale est assez claire, rose, légèrement lavée de violet; de petites taches indigo, à contours mal définis, sont disposées très régulièrement en trois cercles parallèles, chacun fait de 6 taches, placées chacune sur une crête méridienne. En nageant, ces *Zoanthina* se tiennent toujours verticalement, leur pôle oral en haut et tournent autour de leur axe oro-aboral.

Les *Zoanthella* pratiquent deux sortes de locomotion. Elles nagent avec leurs cils et se tiennent alors verticalement, leur pôle aboral élargi étant tourné vers le bas; elles tournent autour de leur axe vertical et se déplacent suivant une trajectoire spiralée. La larve peut aussi se déplacer par le jeu de la musculature; elle s'oriente alors horizontalement et se déplace très rapidement, en ondulant à la manière d'un serpent; son pôle oral est alors tourné en arrière. Mais ce mode de locomotion est plutôt rare.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Destruction, dans la graine de* Soja hispida, *de l'un des ferments sans suppression de l'activité de deux autres* (¹). Note de MM. **R. Fosse**, **A. Brunel**, **P. de Graeve**, **P.-E. Thomas** et **J. Sarazin**, présentée par M. Émile Roux.

1. Quelques centièmes de milligramme d'urée ou d'acide glyoxylique peuvent être reconnus : le premier corps, sous forme de xanthylurée; le second, par sa réaction colorée avec le mélange phénylhydrazine-ferricyanure HCl,

(¹) R. Fosse, *L'urée*, 1928, p. 3-41, 183-198, 216-226; *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 106, 426, 1067, 1418, 1632; **189**, 1929, p. 213, 716; **190**, 1930, p, 79, 693; *Comptes rendus Soc. Biol.*, **103**, 1930, p. 67.

ou par sa xanthylhydrazone :

$$CO^2H.CH : N - N\left[CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\right]^2.$$

En appliquant ces réactions à la recherche de l'urée et de l'acide glyoxylique, libérés par hydrolyses appropriées, on décèle aisément de très petites quantités des deux uréides glyoxyliques *naturels* connus : l'*allantoïne* des animaux et des végétaux (Vauquelin et Buniva, 1799; Schulze et Barbieri, 1882), et l'*acide allantoïque* des végétaux (R. Fosse, 1926).

2. L'*acide allantoïque* se scinde quantitativement en ses composants par léger chauffage au contact d'acides minéraux dilués :

$$\begin{matrix} NH^2 & & NH^2 & & & NH^2 & \\ | & & | & & & | & \\ CO & COOH & CO & + 2H^2O = & 2 & CO & + COOH \\ | & | & | & & & | & | \\ NH - & CH - & NH & & & NH^2 & CH(OH)^2 \end{matrix} \qquad (1)$$

Mais les acides méthylallantoïques et uroxanique produisent aussi de l'acide glyoxylique et de l'urée dans ces conditions. L'identification, sans erreur possible, de l'acide allantoïque, impose donc l'obligation d'isoler et d'analyser le corps lui-même ou une de ses combinaisons définies, à l'état de pureté.

C'est sur l'obtention et l'analyse de son dérivé *xanthylé*, d'abord, puis, *mercurique* et, enfin, *argentique* que reposent les découvertes : de l'acide allantoïque comme principe végétal; des deux fermentations qui lui donnent naissance aux dépens de l'allantoïne ou de l'acide urique et, enfin, de son origine purique.

3. L'*allantoïne* se transforme intégralement en acide allantoïque puis en acide glyoxylique et urée par l'action successive des alcalis et des acides :

$$\begin{matrix} NH^2 & & NH & & \\ | & & \wedge & & \\ CO & CO & & CO \\ | & | & & | \\ NH - & CH - & & NH \end{matrix} \xrightarrow[\text{alcali}]{+H^2O} \begin{matrix} NH^2 & & NH^2 \\ | & & | \\ CO & COOH & CO \\ | & | & | \\ NH - & CH - & NH \end{matrix} \xrightarrow[\text{acide}]{+2H^2O} 2\begin{matrix} NH^2 \\ | \\ CO \\ | \\ NH^2 \end{matrix} + \begin{matrix} COOH \\ | \\ CH(OH)^2 \end{matrix} \qquad (2)$$

Mais d'autres corps conduisent, aussi, dans les mêmes conditions, à ces deux produits d'hydrolyse (méthylallantoïnes, acide urique, acides méthyluriques). L'identification *certaine* de l'allantoïne exige donc l'isolement et l'analyse de ce corps pur ou de son dérivé xanthylé.

4. Puisque, sous l'influence des alcalis, l'allantoïne n'est pas seule à engendrer l'acide allantoïque et, par conséquent, l'urée et l'acide glyoxy-

lique après hydrolyse acide, nous avons cherché à obtenir la même transformation en remplaçant le réactif chimique hydratant, non spécifique, par un ferment : *l'allantoïnase*, découverte dans un grand nombre de végétaux, de poissons et chez la grenouille.

Comme source active d'allantoïnase c'est la *Soja hispida* à grain jaune, du commerce, qui a été choisi. Mais cette graine, comme une foule d'autres de la même famille, comme le foie de nombreux poissons et de la grenouille, transforme l'allantoïne et l'acide urique en acide allantoïque, parce qu'elle contient, à la fois, uricase et allantoïnase :

$$(3)\quad \begin{array}{l} \mathrm{NH{-}CO} \\ \;|\qquad | \\ \mathrm{CO\quad C{-}NH} \\ \;|\qquad \| \qquad \rangle \mathrm{CO} \\ \mathrm{NH{-}C{-}NH} \end{array} \xrightarrow{\text{Uricase}} \begin{array}{l} \mathrm{NH^2\quad NH} \\ \;|\qquad \diagup\diagdown \\ \mathrm{CO\quad CO\quad CO} \\ \;|\qquad |\qquad | \\ \mathrm{NH{-}CH{-}NH} \end{array} \xrightarrow{\text{Allantoïnase}} \begin{array}{l} \mathrm{NH^2\qquad\qquad NH^2} \\ \;|\qquad\qquad\quad | \\ \mathrm{CO\quad COOH\quad CO} \\ \;|\qquad |\qquad\quad | \\ \mathrm{NH{-}CH{-}{-}{-}NH} \end{array}$$

5. En vue de l'analyse spécifique, qualitative et quantitative de l'allantoïne, il était intéressant de chercher à supprimer dans le soja l'uricase sans détruire l'allantoïnase ni l'uréase. Ce résultat a été acquis en opérant, soit sur un extrait aqueux, soit sur la graine elle-même.

Expérience A. — Chauffer, 30 minutes, à 78°, la macération aqueuse à 1/10 de graine broyée, conservée une nuit à la glacière, puis centrifuger. Placer au bain d'eau, à 40°, les trois milieux :

	E_1.	E_2.	E_3.
Acide urique à $0^g,5$/1000	100^{cm^3}	–	–
Allantoïne à 1^g/1000	–	100^{cm^3}	–
Urée à 10^g/1000	–	–	100^{cm^3}
Macération de soja chauffée à 78°	20^{cm^3}	20^{cm^3}	20^{cm^3}
S. carb. d'ammonium	$0^g,12$	$1^g,20$	–
Chloroforme	1^{cm^3}	1^{cm^3}	1^{cm^3}

E_1. Après 15 heures de fermentation, quelques centimètres cubes acidulés par HCl, chauffés une minute à 100°, filtrés et additionnés du réactif phénylhydrazine-ferricyanure HCl ne produisent pas de coloration.

E_2. Après 12 heures de fermentation, le dosage de l'acide allantoïque, sous forme de xanthylurée, montre que la totalité de l'allantoïne a été transformée en acide allantoïque.

E_3. Après 15 heures à 40°, le milieu ne contient plus trace d'urée.

Expérience B. — Des graines du commerce, de récolte récente, détruisant activement l'acide urique, l'allantoïne et l'urée, sont préalablement placées, pendant 48 heures, dans le vide au-dessus de chlorure de calcium. De 13,1 pour 100, l'eau qu'elles contenaient tombe à 6,9 pour 100. Enfer-

mées, ensuite, dans des tubes scellés, de verre mince, on les immerge dans un bain de vaseline, chauffé à l'étuve électrique Jouan, petit modèle. Après 50 heures à 82°, l'uricase est détruite, tandis que l'allantoïnase et l'uréase lui survivent *très actives*. C'est ce que démontrent trois séries d'expériences, instituées en remplaçant dans E_1, E_2, E_3 les 20^{cm^3} de macération chauffée à 78°, par 1^g de soja, privé d'uricase à la suite des deux traitements indiqués.

PARASITOLOGIE. — *Rechutes parasitaires intenses, dues à la splénectomie, au cours d'infections latentes à* Ægyptianella, *chez la poule.* Note [1] de M. E. **Brumpt**, présentée par M. E. Leclainche.

L'ablation de la rate à des animaux atteints de diverses piroplasmoses latentes succédant à des infections aiguës ayant eu pour résultat de provoquer, chez certaines espèces animales, des rechutes parasitaires graves, parfois mortelles, il m'a paru intéressant d'étudier l'effet de cette opération chez des poules ayant présenté, quelques mois ou quelques semaines plus tôt, des accès parasitaires déterminés par un parasite voisin des *Anaplasma*, l'*Ægyptianella granulosa* (Balfour, 1911) (= *Ægyptianella pullorum* Carpano, 1929).

Ce parasite a été découvert par A. Balfour, à Khartoum, en 1907, chez des poules et des oies infectées simultanément de spirochétose. Après de nombreuses expériences, il lui donna, en 1911, le nom de *Spirochæte granulosa penetrans*, tout en admettant qu'il s'agissait peut-être d'un parasite différent des spirochètes, qu'il y aurait alors lieu de classer parmi les piroplasmidés ou les chlamydozoaires. L'absence de toute relation ontogénique avec les spirochètes a été démontrée par Carpano (1929) qui, par des inoculations à des poulets indemnes, a démontré l'individualité de ce germe. Cette dernière était également établie, indépendamment, quelques mois plus tard, au Soudan français, par Curasson et Andrjesky.

Dans le courant du mois de décembre 1928, ayant eu l'occasion de discuter, au Caire, la nature des corps de Balfour avec le professeur Carpano et d'examiner avec lui des préparations des infections expérimentales qu'il avait obtenues, je me promis de rechercher ce parasite à Khartoum, dans la localité même où Balfour l'avait découvert. C'est ce que je fis, en janvier 1929, au Laboratoire Welcome, dirigé par le Dr Archibald, où je rencon-

(1) Séance du 17 novembre 1930.

trai, chez 8 poulets sur 8 de 8 à 10 semaines, achetés au marché, des corps de Balfour, en très petit nombre d'ailleurs. Cinq de ces poulets, que je réussis à rapporter à Paris, en même temps qu'un bon nombre d'autres animaux vertébrés et invertébrés vivants, me permirent de faire diverses expériences dont j'ai signalé les premières, en mai 1929, à la *Société de Pathologie exotique*.

Depuis cette époque, en partant de 2 animaux soudanais, j'ai pu atteindre 6 passages dans un cas, 3 dans un autre, et inoculer avec succès des poules, des oies, des canards et des cailles.

Il m'a été impossible d'infecter 2 dindes, 4 pintades, 6 pigeons, 7 canaris, 2 tourterelles et 6 paddas inoculés avec du sang très riche en parasites, ainsi que quelques cailles originaires d'Egypte, qui devaient présenter une immunité naturelle ou plutôt une immunité active due à une infection spontanée antérieure.

L'état de prémunition des oiseaux infectés par *Aegyptianella* peut être rompue par la splénectomie, ainsi qu'il résulte de deux expériences signalées ci-dessous (186-XI et 1103-XI).

1. *Coq* 186-*XI* (4e *passage*). — Inoculé le 6 septembre 1929, à l'âge de quatre mois environ, avec 2^{cm^3} de sang de la poule 873-X ayant une hématie parasitée par deux champs microscopiques. L'infection évolue, comme d'habitude, sans réaction thermique. Quelques rares parasites sont vus pour la première fois le 9e jour, mais l'infection ne devient intéressante qu'à partir du 19e jour. L'examen quotidien du sang permet alors de voir des parasites de plus en plus nombreux jusqu'au 27e jour, où 50 à 60 hématies, parasitées parfois avec 6 ou 7 parasites, peuvent être comptées dans chaque champ. A partir du 27e jour, leur nombre décroît, en même temps qu'apparaissent les jeunes hématies basophiles, pour atteindre le chiffre de 2 ou 3 par champ le 38e jour.

Le 12 juin 1930, soit 9 mois et 6 jours après la première inoculation, l'animal, dont le sang ne montre pas de parasites, est splénectomisé. La rate pèse $2^{g},58$, ce qui est normal pour un animal de $1^{kg},675$ (1). Six jours après l'opération on observe une hématie parasitée par 40 champs; le 9e jour une par 50; puis 5 le 13e jour, 10 le 14e, 20 le 15e, 30 le 16e; leur nombre décroît ensuite très vite et le 21e jour l'examen de sang est négatif. Ce coq qui avait présenté de l'anorexie et une légère anémie au moment du grand accès parasitaire se remet rapidement. Il est très robuste le 14 novembre 1930 et a beaucoup augmenté, malgré l'absence de rate.

3. *Poule* 1103-*XI* (5e *passage*). — Inoculée le 17 juillet 1930, à l'âge de quatre mois environ, avec le sang du coq 186-XI ne montrant pas de parasites à l'examen direct. Apparition des premiers parasites, d'ailleurs très rares, le 14e jour. Le 26e, on

(1) D'après mes recherches, le poids de la rate des poules saines varie entre 0,100 et 0,150 pour 100.

trouve une hématie parasitée par 5 champs, puis le sang examiné les 32e, 41e, 45e et 54e jours est dépourvu de parasites à l'examen direct. Il s'agit, dans ce cas, d'une infection très discrète. La rate est extirpée à cet animal le 18 octobre 1930, soit 93 jours après la première inoculation et, bien que cette poule soit d'une extrême maigreur, les suites opératoires sont excellentes. La rate pèse 1^g,470, ce qui est normal pour un poids total de 980^g.

Les parasites apparaissent le 11e jour et l'on note une hématie parasitée tous les 10 champs le 15e jour, tous les 5 champs le 16e; 10 par champ le 17e, 110 le 18e (80 pour 100 d'hématies parasitées), 100 le 19e (85 pour 100), 50 pour 100 le 20e, 15 pour 100 le 21e, 6 pour 100 le 22e et 10 pour 100 le 23e. L'animal, qui était resté près de 3 jours sans manger, se rétablit progressivement.

Que conclure de ces expériences? Nous voyons que deux animaux sur deux, en état d'infection latente, ont présenté une forte rechute parasitaire à la suite de la splénectomie. Ces faits permettent d'affirmer que si la rate exerce une action protectrice très nette dans les infections à *Ægyptianella*, son rôle n'est cependant pas indispensable, puisque les deux animaux opérés ont résisté victorieusement à leur infection de rechute, ce qui est dû à l'action vicariante d'autres tissus de l'organisme.

MÉDECINE. — *Effets biologiques des champs oscillants à ondes courtes sur les êtres vivants.* Note [1] de M. S. **Jellinek**, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

C'est d'Arsonval qui le premier, en 1893, nous fit connaître les effets de l'*Électrisation à distance* sur les êtres vivants [2].

Dans ce but il imagina de faire passer des courants de haute fréquence dans un solénoïde à l'intérieur duquel il plaçait, *sans contact*, des sujets variés : animaux, microbes, toxines, venins, etc.

Ses divers procédés d'électrisation : auto-conduction, condensation, passage direct, donnèrent rapidement naissance à une thérapeutique nouvelle, appliquée dès le début à Vienne par mon compatriote le professeur Moritz Benedikt. En 1899, ce dernier proposa de désigner l'ensemble de ces procédés sous le nom de *d'Arsonvalisation*, adopté depuis partout, et peut-être plus encore à l'étranger qu'en France. *Wiener Medicinische Wochenschrift*, n° 5, 1899, p. 54.

Dans ses dispositifs classiques, d'Arsonval utilisait des *ondes amorties* de 500 à 100^m de longueur.

Depuis l'invention récente des oscillateurs à lampes à ondes courtes

(1) Séance du 10 novembre 1930.

(2) *Comptes rendus*, **116**, 1893, p. 630, et **117**, 1893, p. 34.

divers auteurs ont repris cette étude avec les *ondes entretenues* de la T. S. F. qui n'existait pas encore quand d'Arsonval publia ses expériences fondamentales.

Je citerai par ordre de date :

1° En 1924, en France, M. Lakhovsky et ses collaborateurs;

2° En 1926, en Amérique, M. Schereschewsky;

3° Actuellement en Allemagne, à l'Université d'Iéna, le Dr Schliephake avec l'appareil du professeur Esau.

Schliephake attribue les remarquables effets observés surtout à *la chaleur* dégagée dans les tissus par le passage des ondes électriques.

Partant des expériences anciennes de d'Arsonval ainsi que de mes propres observations électropathologiques je ne crois pas que l'effet thermique soit la cause *dominante* des phénomènes observés. *Les effets thermiques de la haute fréquence bien qu'étant les plus apparents sont peut-être à mon avis les moins riches de conséquences*, n'a cessé de dire d'Arsonval depuis 1893. Ses expériences, sur l'atténuation des microbes, des toxines et des venins (avec Charrin) justifiaient, semble-t-il, cette opinion.

C'est pourquoi j'ai institué les présentes recherches, avec *les ondes courtes entretenues*, en supprimant, le plus possible, leurs effets calorifiques.

Le dispositif que j'ai employé est analogue à celui de MM. Esau-Schliephake, à Iéna. Mes expériences ont eu lieu à la station Radio-Austria de Deutsch-Altenburg avec l'aide dévoué du Dr Högelsberger et de l'ingénieur Benesch.

Les sujets étaient placés entre les armatures du condensateur; le courant était de 0,4 à 0,5 ampère (entre armatures), la longueur d'onde de 3^m; l'énergie du champ 4 watts. J'ai expérimenté sur des souris *nouvellement nées*, à peau complètement nue, et soumises au champ oscillant dans d'étroites cases en papier ouvertes du haut.

Les souris furent exposées en deux séries de cinq sujets chaque et de cinq témoins de la même portée. Elles étaient placées dans le champ oscillant pendant 1 heure, quatre fois en 24 heures, durant 1 à 3 semaines.

Les deux séries donnèrent sensiblement les mêmes résultats, savoir :

1° Aussitôt placées dans le champ, les souris sont *frappées d'immobilité*, avec, de temps en temps, quelques trémulations légères des extrémités postérieures.

2° Dès la première semaine d'exposition augmentation de poids, les animaux sont *mieux développés*, leur pelage est *plus épais* et *plus blanc* que chez les témoins.

J'ai répété les mêmes expériences en deux séries sur des œufs de Perro-

quet (*Melopsittacus*), en les laissant constamment dans le champ de haute fréquence.

Les œufs de la première série (cinq) étaient *précouvés* et exposés dans une boîte de papier ouverte et entourés de sciure de bois.

Ceux de la deuxième série (cinq) *non précouvés*, enveloppés légèrement d'ouatelline, furent retournés 2 fois par jour et humectés comme il est d'usage dans les couveuses alors que ceux de la première série étaient immobiles et non humectés. Un thermomètre à alcool placé dans le champ électrique au-dessus de la boîte indiqua constamment 24° C. Au 13e jour les employés ayant cru entendre un léger pépiement, j'ouvris les œufs de la première série, je trouvai sur l'un d'eux des traces de coup de bec et un oiseau clairement développé, mais mort avec symptômes de dessiccation sans signes de décomposition. De même pour deux autres. Ce qui me produisit une grande impression fut de trouver dans le dernier œuf un oiseau *complètement développé*, mort il est vrai, mais d'une fraîcheur absolue. En ouvrant la coquille j'avais blessé le corps et des taches de sang frais et rouge couvraient les parois intérieures de l'œuf.

Les œufs de la deuxième série, autrement traités, et non précouvés, montrèrent des symptômes de germination, mais n'arrivèrent pas à maturité pour ces diverses causes.

En résumé, mes expériences diffèrent de celles exécutées à Iéna en ce qu'elles ne montrent aucun effet *mortel*, pas même *nocif*, mais au contraire une action particulièrement *activante* des ondes ultra-courtes sur des êtres vivants.

Des œufs *non précouvés* arrivent à *germination*, des œufs *précouvés* arrivent au bout de 15 jours *à complète maturité* dans un champ électrique faible à 24° C.

Il me semble que ces résultats, en apparence contradictoires, peuvent s'expliquer, conformément aux idées de d'Arsonval, par ce fait que, tout en employant les mêmes ondes que les expérimentateurs d'Iéna, j'ai évité d'une part l'élévation de température, et appliqué, d'autre part, une densité de courant biologiquement favorable. Tous les thérapeutes savent le rôle capital que joue le *dosage*. En médecine, il y a là un nouveau champ qui s'ouvre aux recherches biologiques.

A 15h45m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h30m.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er DÉCEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DES COMMISSIONS ADMINISTRATIVES.

M. **Robert Bourgeois** est élu Vice-Président pour l'année 1931 par l'unanimité de 55 suffrages.

M. **Ch. Lallemand**, par 31 suffrages, contre 22 à M. *Bigourdan*, M. **E.-L. Bouvier**, par 52 suffrages, sont élus membres des Commissions administratives.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

J'ai le regret de porter à votre connaissance le décès, survenu le 24 novembre, de M. **René Blondlot**, Correspondant depuis le 15 mai 1894 pour la Section de Physique générale.

Né à Nancy le 3 juillet 1849, il n'avait guère quitté cette ville, dans laquelle il professa longtemps la physique à la Faculté des Sciences.

L'Académie lui avait décerné en 1893 le prix Gaston Planté, en 1899, le prix Lacaze de Physique et enfin, en 1904, pour l'ensemble de ses travaux, le prix Le Conte, un des plus importants de ceux dont elle dispose. Ces travaux se rapportent principalement aux conséquences des théories de Maxwell.

Kerr avait trouvé expérimentalement que la charge d'un condensateur produit la biréfringence du diélectrique. M. Blondlot a établi, au moyen d'un miroir mobile, que pendant la décharge oscillante du condensateur la durée du décalage entre le phénomène électrique et le phénomène optique n'atteint pas 1/40000 de seconde.

En collaboration avec M. Bichat, il a observé la même instantanéité pour la polarisation rotatoire magnétique.

Plus tard, en utilisant le dispositif célèbre de Hertz, complété par un résonateur formé d'un condensateur plan et d'un rectangle de fils de cuivre, M. Blondlot a reconnu que la longueur d'onde des oscillations variait proportionnellement aux valeurs calculées par lord Kelvin.

Pour déterminer la vitesse de propagation des ondes électriques le long des fils conducteurs, l'habile physicien a eu l'idée de faire éclater entre deux pointes deux étincelles provoquées par deux perturbations simultanées, mais dont l'une voyage le long d'un fil en effectuant un parcours plus ou moins étendu, pouvant atteindre 1800^{m}. En photographiant les images des deux étincelles successives réfléchies sur un miroir tournant, on peut de l'écartement des images déduire le temps écoulé entre les décharges. La vitesse obtenue est pratiquement égale à celle de la lumière.

Le rapport sur le prix Le Conte était signé Henri Poincaré. Voici les conclusions de ce rapport :

« Dans ces derniers temps, M. Blondlot a étudié de curieuses actions qu'il attribue à un rayonnement nouveau auquel il a donné le nom de *rayons N*. Toutes les propriétés de ces rayons nouveaux ne sont pas encore bien connues et les circonstances n'ont pas permis à tous les membres de la Commission d'acquérir sur ces questions la conviction que peut seule donner l'observation personnelle. Toutefois, sans préjuger encore la signification et la portée de ces nouvelles découvertes, la Commission n'a pas cru devoir différer davantage la récompense que ce savant avait depuis longtemps méritée. Elle a voulu en même temps affirmer sa confiance dans l'expérimentateur et lui donner un appui au milieu de difficultés qui peuvent compter parmi les plus grandes que les physiciens aient jamais rencontrées. »

Bien que vingt-six ans se soient écoulés depuis lors, il ne semble pas que la question des rayons N, liés comme on le sait aux phénomènes cérébraux, se trouve éclaircie de façon à permettre d'abandonner l'attitude prudente de H. Poincaré.

J'adresse, en votre nom, à la famille de notre très distingué Correspondant l'expression de nos sympathiques condoléances.

CHIMIE. — *Sur la réduction des composés oxygénés du phosphore par l'hydrogène*. Note de M. **P. Villard**.

Les anhydrides phosphoriques et les phosphates sont généralement considérés comme réductibles seulement par le carbone, pour ne parler que des réducteurs usuels. Cependant, en 1860, Struve (1) signalait que le pyrophosphate de baryum, calciné dans l'hydrogène à haute température, dégage de l'hydrogène phosphoré, et laisse un résidu rougeâtre (sans doute impur) de composition $P^2O^5,3BaO$. Le même auteur indiquait également que le pyrophosphate de sodium, chauffé dans un courant d'hydrogène, se transforme en orthophosphate, et même que, au rouge blanc, la vapeur d'eau (peut-être par suite de sa dissociation) suffit à produire cette transformation, accompagnée d'un dégagement d'hydrogène phosphoré.

Les résultats que j'ai précédemment fait connaître (2) au sujet de l'action de l'hydrogène sur la soude au rouge permettent de supposer que le pouvoir réducteur de ce gaz, plus élevé qu'on ne l'admet, peut suffire pour réaliser de telles réductions, d'ailleurs plus aisées à constater que celle de la soude, la vapeur d'eau provenant de la réaction ne pouvant que très difficilement agir sur le phosphore mis en liberté, contrairement à ce qui a lieu dans le cas du sodium.

J'ai reconnu en effet que les anhydrides phosphoriques, l'acide métaphosphorique, et divers phosphates alcalins et alcalino-terreux, sont réduits par l'hydrogène avec une telle facilité que la réaction commence dès le rouge extrêmement sombre et, vers 800°-900°, devient assez rapide pour permettre de recueillir, sous trois formes en même temps, ordinaire, rouge orangé, rouge violacé, assez de phosphore pour pouvoir en observer facilement les propriétés, pour reconnaître par exemple la couleur et vérifier la température de fusion de la variété ordinaire. C'est ainsi qu'en moins d'une heure j'ai réduit entièrement 1g environ d'acide métaphosphorique, et qu'en une vingtaine d'heures, vers 900°, j'ai ramené complètement à l'état de phosphate tricalcique une dizaine de grammes de pyrophosphate.

L'anhydride phosphorique ordinaire a été fractionné en anhydride vitreux et partie volatile par distillation dans l'oxygène, ce qui éliminait en même temps toute trace d'oxydes inférieurs et de matières organiques réductrices. Le tube, en verre très

(1) *J. Prakt. Chem.*, **79**, 1860, p. 348 et 350.
(2) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1329.

réfractaire, ou en quartz, contenant soit le produit distillé et rassemblé, soit l'anhydride vitreux, était relié ensuite à un voltamètre à hydrogène pouvant donner jusqu'à 50 litres à l'heure, suivi des appareils de purification nécessaires (filtre à ponce, tube à cuivre, flacons à potasse très concentrée, et à potasse déshydratée au rouge). Deux résistances en nichrome étaient utilisées pour le chauffage; la première servait à vaporiser d'une manière réglable les anhydrides, la seconde élevait à la température d'expérience l'hydrogène chargé de vapeurs phosphoriques. La même précaution a dû être prise avec l'acide métaphosphorique, dont la volatilité apparente est notable. Dans le cas des phosphates, corps non volatils, une seule résistance était utilisée. La matière à traiter était contenue dans des nacelles en porcelaine, ou même placée directement dans le tube; parfois, pour éviter tout contact avec de la silice ou un silicate, j'ai employé des nacelles de platine, qui, bien entendu, ont été fortement attaquées.

Les résultats ont été les suivants :

Dès le rouge très sombre, visible seulement dans l'obscurité, les anhydrides et l'acide métaphosphorique, par exemple, communiquent à l'hydrogène l'odeur d'ail. Vers 700°, l'hydrogène allumé à la sortie de l'appareil donne la flamme à noyau vert signalée par Wöhler, et dont le spectre présente trois bandes vertes caractéristiques du phosphore (Christofle et Beilstein). Ces effets deviennent plus marqués si l'on élève la température, et, vers 800°, on peut, en n'allumant pas l'hydrogène, observer facilement, sous la forme décrite par Salet (1), la phosphorescence de la vapeur de phosphore qui se dégage; une sorte de flamme, d'un vert très pâle, apparaît à l'extrémité du tube de dégagement, présentant ces deux propriétés de ne pas enflammer l'hydrogène et d'être impossible à éteindre en soufflant.

A partir de ce moment, et mieux vers 900°-950°, on peut recueillir du phosphore sous les trois formes suivantes :

1° A l'état de phosphore ordinaire, par condensation dans un tube, qu'il convient de refroidir au moins à zéro, à cause de l'état de dilution de la vapeur à condenser;

2° A l'état de phosphore rouge, sous deux variétés bien distinctes et nettement séparées :

Immédiatement, à la suite de la région chauffée, on voit se déposer un anneau bien limité, d'abord très court, et qui arrive difficilement à atteindre 2^{cm} de longueur. Sa teinte, orangée, est assez voisine de celle du bichromate de potassium en poudre ou du sulfure orangé d'antimoine, un peu plus terne cependant. Il est possible qu'il s'agisse du phosphore pyromorphique de M. Jolibois (2).

---

(1) Salet, *Traité d'Analyse spectrale*, Paris, Masson, 1895, p. 178.

(2) *Comptes rendus*, 149, 1909, p. 287.

Un peu plus loin se fait un dépôt très étendu, dont la teinte varie du vieil or, dans les régions où il est extrêmement mince, au violet foncé dans les parties épaisses. Ce dépôt se détache facilement en écailles brillantes.

Ces deux variétés, chauffées dans le vide, se transforment en phosphore ordinaire qu'il est ensuite facile de faire cristalliser par très lente sublimation à l'obscurité.

On obtient des résultats presque identiques avec les pyrophosphates de sodium, baryum, et calcium. Il eût été évidemment superflu de traiter les phosphates monométalliques. Le pyrophosphate de calcium peut ainsi être entièrement ramené à l'état de phosphate tricalcique, et ce terme peut même être légèrement dépassé.

Le phosphate trisodique donne des traces de phosphore vers 1100°-1200°, mais la réduction paraît être indirecte : on observe, en effet, qu'à la suite de la région chauffée, et surtout avec un courant rapide d'hydrogène, l'atmosphère intérieure du tube devient opaque pour la radiation du sodium. Il y a douc perte de soude soit par réduction comme je l'ai montré antérieurement (*loc. cit.*), soit par dissociation du phosphate, avec réduction ultérieure libérant un peu de sodium. Dans les deux cas, une partie du phosphate est transformée en pyrophosphate et c'est ce dernier que réduit l'hydrogène.

Le phosphate tricalcique est pratiquement irréductible; cependant, vers 1100° il communique à l'hydrogène l'odeur d'ail, et le résidu de l'opération est franchement alcalin au tournesol; mais l'analyse ne révèle pas un accroissement bien net de la teneur en chaux. On obtient au contraire une réduction franche en chauffant fortement ce phosphate avec de la silice en poudre.

Ces réductions si faciles peuvent être observées même à l'air libre, d'où l'avantage que n'ayant pas à enfermer dans un tube la matière à traiter, on peut prendre pour support immédiat cette matière même, méthode assez générale qui évite tout contact à haute température avec des corps qui sont en ce cas rarement inactifs.

On façonne par exemple avec du pyrophosphate de calcium une colonnette d'une dizaine de centimètres de hauteur, que l'on consolide par calcination au rouge; on la pose debout sur une soucoupe et l'on traite le sommet par une flamme d'hydrogène mélangé ou non d'oxygène. On a soin de disposer au-dessus une cloche de verre, prolongée au besoin par un large tube peu incliné, pourvu de quelques renflements, afin de recueillir l'eau provenant de la combustion.

L'application d'une simple flamme d'hydrogène donne en quelques minutes une eau acide contenant de l'acide phosphorique. Si l'on ajoute un peu d'oxygène, la flamme devient laiteuse, plus éclairante qu'auparavant, et des fumées très acides apparaissent.

On peut alors fondre le sommet de la colonne et former ainsi une pastille que l'on traite longuement sur ses deux faces. De l'acide phosphorique peut être recueilli; en même temps le point de fusion de la pastille s'élève de 1200° environ jusque vers 1800°. Peu à peu alors la flamme redevient limpide, mais donne le spectre de la chaux (bandes avec une raie du métal), aussi bien qu'un fragment de chaux pure. En insistant, sans cependant exagérer le chauffage, on obtient une matière de dureté voisine de 4, ne se brisant plus au refroidissement comme dans ses stades antérieurs, très difficilement soluble dans les acides, et alcaline au tournesol. C'est du phosphate tricalcique avec un faible excès de chaux, et dont la composition atteint à peine celle qui correspondrait à la formule $P^2O^5 3, 2CaO$.

J'avais espéré arriver par ce procédé à une décomposition beaucoup plus complète; la volatilité de la chaux, rendue manifeste par l'apparition de son spectre, s'oppose à ce qu'on dépasse beaucoup la limite indiquée ci-dessus, et c'est une volatilisation apparente du phosphate que l'on obtient.

Avec le pyrophosphate de baryum les résultats sont presque les mêmes, mais l'oxyde de baryum étant un peu plus volatil que la chaux, il est encore plus difficile d'aller au delà du phosphate trimétallique.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Cultures expérimentales de Pommes de terre dégénérées et saines en montagne et en plaine.* Note de MM. **J. Costantin** et **P. Lebard.**

Dans le but d'apprécier la valeur productive des Pommes de terre d'origine montagnarde, nous avons installé en 1930 des cultures d'une part en montagne, aux environs du Lautaret : à *La Grave* (1482^m^ d'altitude) et à *Villar-d'Arène* (1651^m^), d'autre part en plaine au *Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.*

Les semences avaient été récoltées l'année précédente, *sans aucun choix préalable, sans aucune sélection*, à des altitudes variées, dans les régions suivantes du massif alpin :

Vallée de la Romanche : Bourg-d'Oisans (720^m), Fréney-d'Oisans (927^m), Mont-de-Lans (1281^m), La Grave (1482^m), Villar-d'Arène (1651^m).

Vallée de Vénéon : La Bérarde (1738^m).

Briançonnais : Les Claux-de-Pelvoux (1260m), La Vachette (1355m), Les Alberts (1423m), Montgenèvre (1850m).

Maurienne : Valloire (1430m).

Dans nos cultures, nous avons groupé sous un même numéro des pieds bien comparables dont les tubercules semences dérivaient d'une seule et même plante mère. Ils étaient donc de la même variété et leur état pathologique était à peu près semblable.

Pour servir de témoins à nos expériences, nous avons cultivé, en outre, à Villar-d'Arène et à Fontainebleau des tubercules sains, malheureusement en petit nombre, qui nous avaient été fournis par la Station de phytopathologie dirigée par M. Ducomet. Ces tubercules appartenaient aux variétés *Triumph*, *Imperia*, *Favorit* et *Blanchard*.

A la récolte, les tubercules ont été pesés pied par pied. Nous en avons déduit les rendements moyens qui ont été groupés dans les tableaux suivants :

TABLEAU I. — *Tubercules d'origine montagnarde.*

Numéros des cultures.	Lieux d'origine.	Altitudes.	Rendements moyens par pied. Fontainebleau.	La Grave.	Villar-d'Arène.
		m	g	g	g
1.	Bourg-d'Oisans..........	720	306	630	–
2.	Fréney-d'Oisans.........	927	195	–	–
3.	»	–	351	–	690
4.	Les Claux-de-Pelvoux....	1260	385	570	–
5.	Mont-de-Lans...........	1281	471	–	840
6.	»	–	243	–	195
7.	»	–	432	–	385
8.	La Vachette.............	1355	450	748	–
9.	»	–	303	430	–
10.	»	–	414	766	–
11.	Les Alberts............	1423	341	973	–
12.	Valloire................	1430	184	822	416
13.	La Grave...............	1482	273	–	130
14.	»	–	332	–	967
15.	»	–	184	–	–
16.	»	–	255	843	930
17.	Villar-d'Arène..........	1651	313	–	–
18.	»	–	563	–	1097
19.	»	–	228	–	543
20.	»	–	297	–	–
21.	»	–	122	125	–
22.	La Bérarde.............	1738	465	–	–
23.	Montgenèvre	1850	380	463	–
24.	»	–	261	290	–
25.	»	–	202	–	–
26.	»	–	232	270	–
27.	»	–	343	–	–

TABLEAU II. — *Tubercules sains* (plantes dérivées saines).

Variétés.	Rendements moyens par pied. Fontainebleau.	Villar-d'Arène.
	g	g
Triumph	1293	3020
Imperia	642	2420
Favorit	1080 (1)	1230
Blanchard	760	— (2)

D'après ces tableaux, on serait tenté de comparer entre eux les résultats obtenus par la culture d'une même variété à des altitudes croissantes et les valeurs numériques qu'on vient de lire pourraient laisser croire que l'altitude augmente le rendement. Nous nous abstenons d'une telle conclusion, car ce rendement a pu varier sous l'influence d'une foule de facteurs qu'il aurait fallu isoler un à un. La nature du sol a un effet marqué : à Fontainebleau, le terrain est sableux et n'avait reçu aucun engrais; à La Grave et à Villar-d'Arène, il est schisteux et avait été abondamment fumé depuis plusieurs années.

Notre objectif principal a été la comparaison, au point de vue du rendement, *dans un même milieu*, d'une semence saine et d'une semence montagnarde. Les résultats sont nets : il y a supériorité de la première semence sur la seconde. Ce fait résulte aussi bien de la comparaison des rendements moyens consignés dans les tableaux I et II, que dans celle des rendements effectifs de chaque pied considéré isolément : voir ci-dessous tableau III où sont groupés quelques poids maxima et minima obtenus dans chaque terrain d'expérience.

A Villar-d'Arène, il y avait 29 pieds issus de tubercules montagnards; ils n'ont dépassé que deux fois seulement (1270^g et 1430^g) la production minimum (1230^g) correspondant aux tubercules sains.

A Fontainebleau, les minima relatifs aux tubercules sains étaient 385^g, 675^g, 760^g. Il y avait 130 pieds d'origine montagnarde. Ici encore leur production n'a été que deux fois supérieure (710^g et 720^g) au minimum de 675^g.

TABLEAU III. — *Tubercules montagnards.*

Terrains d'expérience.	Nombre de pieds.	Rendements effectifs par pied. Minima.	Maxima.
		g g g	g g g g
Fontainebleau	130	25– 45– 45	660– 675– 710– 720
Villar-d'Arène	29	130–170–190	1140–1270–1430
La Grave	41	40–105–200	1180–1230–1300–1750

(1) Deux pieds de la variété *Favorit* ont été cultivés à Fontainebleau, mais l'un était dégénéré et n'a pas été compté; il avait produit 240^g.

(2) Pour la variété *Blanchard*, le seul pied cultivé à Villar-d'Arène a présenté de l'enroulement. Il ne figure pas dans le tableau; il avait produit 500^g.

Tubercules sains (pieds dérivés sains).

Fontainebleau..........	6	385-675-760	1910
Villar-d'Arène..........	3	1230	3020

La différence constatée dans la production entre tubercules sains et tubercules d'origine montagnarde doit être attribuée à l'état sanitaire des semences. La dégénérescence existe à toutes les altitudes et nous avons constaté, chez toutes nos plantes issues de tubercules montagnards, des symptômes variés de dégénérescence : enroulement principalement, mais aussi mosaïque et frisolée.

La fréquence des maladies de dégénérescence en montagne n'est pas spéciale à la Pomme de terre. Elle a été signalée aussi pour le *Sereh*, maladie de dégénérescence de la *Canne à sucre*. Ce qui n'a pas empêché les agriculteurs javanais de lutter efficacement contre cette affection *par sélection de boutures saines* soumises à l'action bienfaisante du climat d'altitude (1).

En résumé, nos expériences confirment une fois de plus la difficulté qui existe à se procurer des tubercules sains lorsqu'on opère au hasard et sans méthode. La semence montagnarde propagera la maladie si l'on ne tient pas compte de son état pathologique. Sa supériorité, si elle existe, n'apparaîtra que par l'emploi de variétés saines.

M. **Robert Bourgeois**, en présentant à l'Académie (2) le second volume du *Cours d'Astronomie et de Géodésie de l'École Polytechnique*, s'exprime en ces termes :

Ainsi que je l'ai déjà fait connaître à l'Académie il y a quelques mois, en lui présentant les deux fascicules relatifs à la Géodésie et à l'Astronomie de position, j'ai entrepris de mettre à jour et de revoir les deux volumes publiés en 1882 par notre ancien confrère, M. Faye, sous le titre de *Cours d'Astronomie et de Géodésie de l'École Polytechnique* et qui ont obtenu un succès considérable au moment où ils ont paru.

Comme je l'ai dit antérieurement, ayant été l'un des successeurs de M. Faye et ayant professé pendant vingt ans à l'École Polytechnique le Cours d'Astronomie et de Géodésie, il m'a paru utile de publier une seconde édition du *Cours* parue en 1882, adaptée à l'enseignement actuel de ces matières à l'École.

---

(1) Costantin, *Ann. des Sc. Nat. Bot.*, 10e série, **9**, 1927, p. 310.
(2) Séance du 24 novembre 1930.

Le second volume que je présente aujourd'hui est consacré à l'Astronomie générale. Tout en suivant dans son ensemble le remarquable exposé fait par M. Faye, sauf certaines mises à jour de détail, j'ai apporté cependant sur deux questions d'assez profondes modifications, conformes du reste aux Leçons que j'ai professées. La première a trait à l'exposé du problème de Kepler, pour lequel j'ai suivi la marche qui a conduit cet illustre astronome à la découverte de ses deux premières lois, en partant des idées de Copernic et des observations de Tycho sur la planète Mars, au lieu de supposer, ce qui n'est pas, que Kepler, par des observations du diamètre apparent du Soleil, connaissait la loi des distances à la Terre. La seconde est relative aux perturbations, qu'à l'exemple de mes deux prédécesseurs immédiats à l'École, Callandreau et Henri Poincaré, j'ai plus développées que ne l'avait fait Faye, qui les ébauchait à peine dans son Cours.

Enfin, il est un côté de l'Astronomie qui, par la force même des choses, puisque, à part le Soleil, il était bien peu avancé encore, ne faisait pas partie du *Cours de l'École Polytechnique* en 1882, c'est l'Astro-Physique. Aujourd'hui, cette science a fait de tels progrès, et son évolution est si rapide, qu'il a été indispensable de l'introduire à l'École dans les Leçons. La dernière partie du volume que je présente est donc consacrée à l'Astronomie physique et donne un exposé résumé de l'état actuel de cette science, un peu plus développé même, que ce qu'en raison du nombre restreint des Leçons, j'en ai pu dire à l'École.

La caractéristique essentielle de l'enseignement de Faye était une admirable clarté. Avec lui, les théories les plus compliquées paraissaient simples; j'ai essayé de suivre dans la mesure du possible cette qualité de mon ancien maître, je serais heureux d'y avoir réussi.

La seconde édition que je présente a été éditée, comme la première, par l'imprimerie Gauthier-Villars, qui, ainsi qu'elle le fait toujours, y a apporté tous les soins, ce dont je tiens à la remercier.

M. E. Fichot fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé *La méthode des ingénieurs géographes pour le calcul des coordonnées géodésiques.*

ÉLECTIONS.

M. Jakob Eriksson est élu Correspondant pour la Section d'économie rurale par 35 suffrages contre 3 à M. *Erick Tschermak*, en remplacement de M. *Neumann* décédé.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **E. Roux**, **P. Painlevé**, **L. Bouvier**, **G. Urbain**, **J. Perrin**; MM. **V. Grignard**, **P. Weiss**, membres non résidants, sont désignés pour faire partie, avec les Secrétaires perpétuels, du Conseil d'Administration de la *Fondation nationale pour la découverte scientifique*.

PLIS CACHETÉS.

M. **J. M. C. Roverolis de Rigaud de Saint-Aubin** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 17 novembre 1930 et enregistré sous le n° 10357.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée *Dispositif d'échappement des gaz de moteurs à explosion et autres.*

(Renvoi à la Section de mécanique.)

M. **Georges Laudet** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 6 mars 1922 et inscrit sous le n° 8975.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note relative à l'observation d'émission des rayons spéciaux par la cathode métallique refroidie d'un arc.

(Renvoi à la Section de physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Théorie invariante du Calcul des variations*, par Th. De Donder. (Présenté par M. J. Hadamard.)

2° G. Bruhat. *Cours d'Optique à l'usage de l'enseignement supérieur.* (Présenté par M. A. Cotton.)

M. **J. Cavalier** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Division des Académiciens libres par le décès de M. *A. Le Bel*.

M. **Émile Jouguet** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de Mécanique par le décès de M. *H. Sebert*.

M. **René Dubrisay** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée en 1929 sur la *Fondation Loutreuil*.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Invariants anallagmatiques de trois cercles.* Note [1] de M. **Bertrand Gambier.**

1. La géométrie anallagmatique a fait récemment des progrès inattendus fondés surtout sur l'étude d'un système de deux cercles, la formation de leurs invariants et la découverte de la parataxie. Il est donc assez indiqué d'étudier le système de trois cercles, de former leurs invariants et de chercher les configurations remarquables.

2. Le système général de trois cercles A, B, C n'admet aucune transformation anallagmatique continue en lui-même et par suite possède huit invariants. Chaque système (B, C), (C, A), (A, B), étant général et n'admettant aucune transformation continue en lui-même, donne deux invariants; il reste à découvrir deux invariants faisant intervenir les trois cercles. On peut songer à prendre les angles de A, B, C avec l'unique cercle cosphérique commun, mais alors il faut trouver la relation qui lie les trois nouveaux invariants et les six précédents de façon à réduire le total à huit invariants indépendants.

On peut aussi songer aux rapports anharmoniques déterminés par les points communs à ce cercle cosphérique et à deux des primitifs, mais on trouve la même objection. Il est facile de découvrir deux invariants, et deux seulement, complétant le total à huit. Appelons (A) la symétrie anallagmatique dont le *cercle* A est l'axe, (AB) ou (ABC) la composition des symétries (A), (B) ou (A), (B), (C), et b_ω la rotation anallagmatique d'amplitude ω autour du *cycle b*. L'opération (ABC) peut être réduite, d'*une seule façon en restant dans le cas général*, à la forme $b_\omega b'_{\omega'}$ ou $b'_{\omega'} b_\omega$, les cycles b et b' étant *conjugués*, l'un d'eux b par exemple étant réel ainsi que le nombre ω, l'autre b' pouvant être réel (avec ω' réel) ou imaginaire, à équations réelles (avec ω' imaginaire pure); il est clair que ω et ω' sont les

---

[1] Séance du 24 novembre 1930.

deux invariants nouveaux les plus simples et intuitifs répondant aux conditions; chacun d'eux est déterminé à 2π près; changer b de *sens* change ω de signe, de même pour b'. Remplacer (ABC) par (CBA) revient à remplacer ω et ω' par $-\omega$, $-\omega'$ sans changer le sens de b ni b'. La transformée de (ABC) par (C) est (CAB), de sorte que a étant le cycle symétrique de b relativement à C, et c étant le symétrique de b relativement à A, on a

$$(CAB) = a_\omega a'_{\omega'}, \quad (BCA) = c_\omega c'_{\omega'}.$$

Il résulte de là que $\tang^2\frac{\omega}{2} + \tang^2\frac{\omega'}{2}$ et $\tang^2\frac{\omega}{2}\tang\frac{\omega'}{2}$ sont deux invariants, calculés *rationnellement* au moyen des coefficients servant à déterminer A, B, C (par exemple chacun par intersection de deux sphères), et indépendants de l'ordre dans lequel on prend les trois cercles. D'autre part les *cycles* a, b, c admettent pour *vrais bissecteurs* les cercles A, B, C et la donnée de l'un ou l'autre système a, b, c ou A, B, C détermine l'autre (le système A, B, C détermine *deux* systèmes a, b, c et a', b', c'; le système a, b, c détermine *huit* systèmes A, B, C; un système réel de l'une ou l'autre catégorie admet au moins un correspondant réel).

3. Prenons trois *cycles réels* a, b, c; b et c admettent au moins un vrai bissecteur réel A, et un faux bissecteur réel A′ (A′ étant vrai bissecteur pour $-b$, c ou b, $-c$); on définit de même B, B′ et C, C′. Considérons les associations

(1)	ABC	AB′C′	A′BC′	A′B′C
(2)	A′B′C′	A′BC	AB′C	ABC′

A, B′, C′ sont vrais bissecteurs pour $-a$, b, c et A′, B, C faux pour $-a$, b, c. On peut donc se borner à étudier A, B, C et A′, B′, C′. Si (a, b, c) est général (A, B, C) est aussi général, et réciproquement, comme nous l'avons déjà dit; *mais si* (a, b, c) *est général* (A′, B′, C′) *dépend de* 17 *paramètres seulement, au lieu de* 18. A chaque système (a, b, c) réel donné correspondent un nombre fini (1 au minimum, 8 au maximum) de systèmes réels A′, B′, C′ (suivant que deux à deux les cycles a, b, c s'enlacent ou non), mais à chaque système A′, B′, C′ réel donné correspondent ∞^1 systèmes a, b, c. La forme anallagmatique de l'unique condition vérifiée par A′, B′, C′ est très simple, en se servant des invariants signalés précédemment : on a $(A'B'C') = \beta_\pi \beta'_{\omega'}$, où β est un cycle réel, β' un cycle imaginaire d'équations réelles, conjugué de β et ω' une imaginaire pure : le cycle b est alors l'un des ∞^1 cycles perpendiculaires à β aux foyers de β', foyers qui sont les deux seuls points invariants par la transformation (A′B′C′).

4. On voit immédiatement que, partant d'un *cycle* U *arbitraire*, puis choisissant trois cercles A′, B′, C′ perpendiculaires à U, le système (A′, B′, C′) obtenu, qui dépend de 15 paramètres, est un système très particulier parmi les systèmes (2) indiqués plus haut ; cela tient à ce que l'opération (A′, B′, C′) inverse U et, par suite, est bien équivalente à une opération $\beta_\pi \beta'_{\omega'}$; on remarque que le système (a, b, c) dépend de 16 paramètres et satisfait à deux conditions anallagmatiques faciles à expliciter, car b est cosphérique à U aux foyers de β', de sorte que (A′) transforme (b, U) en $(-c, -\mathrm{U})$ et *que* U *est le cycle cosphérique à* (a, b, c) *et les coupe sous le même angle :* l'égalité des trois invariants relatifs à a, b, c (angles de ces cycles avec le cycle cosphérique commun) fournit les deux conditions demandées ; quant à A′, B′, C′, ils vérifient trois conditions qui s'obtiennent en égalant les trois angles analogues à $\frac{\pi}{2}$.

La remarque qui vient d'être faite disparaît si (A′, B′, C′) sont seulement perpendiculaires à U, mais aussi à un second cycle $\overline{\mathrm{U}}$, qui, si A′, B′, C′ n'appartiennent pas à une même congruence paratactique, est conjugué à U ; l'opération (A′, B′, C′) équivaut simplement à une symétrie β_π et la nullité de l'invariant ω', *qui entraîne trois conditions*, jointe à l'égalité $\omega = \pi$ pour l'autre invariant, forme le total des quatre conditions auxquelles sont soumis A′, B′, C′ ; b est simplement assujetti à être perpendiculaire à β, sans être cosphérique à U, et le système (a, b, c) dépend de *dix-sept paramètres* exactement, *un de plus que si le système des faux bissecteurs* (A′, B′, C′) *de* (a, b, c) *devait simplement être perpendiculaire à un seul cercle*, résultat qui peut paraître paradoxal au premier abord.

5. Je termine en signalant que chaque équation

$$\operatorname{tang}^2\frac{\omega}{2}\operatorname{tang}^2\frac{\omega'}{2} = 0 \qquad \text{ou} \qquad \operatorname{tang}^2\frac{\omega}{2} = \operatorname{tang}^2\frac{\omega'}{2}.$$

se traduit non pas par une seule relation, mais par *trois :* on annule une somme de trois carrés.

MAGNÉTISME. — *Le dédoublement des Points de Curie du nickel.* Note [1] de MM. **Robert Forrer** et **A. Hoffmann**, transmise par M. Pierre Weiss.

On sait que le Point de Curie paramagnétique Θ_p, déterminé par la loi de Weiss, ne coïncide pas avec le Point de Curie ferromagnétique Θ_f, point

[1] Séance du 24 novembre 1930.

de la disparition de l'aimantation rémanente. La distance $\Theta_p - \Theta_f$ est de l'ordre d'une vingtaine de degrés. L'un de nous a montré ([1]) que le champ coercitif ne disparaît pas à Θ_f et que la faible courbure de la courbe du champ coercitif en fonction de la température permet l'extrapolation vers l'axe des températures et donne ainsi le Point de Curie du champ coercitif Θ_h. Les différences $\Theta_p - \Theta_f$ et $\Theta_h - \Theta_f$ sont voisines, ce qui permet l'hypothèse de la coïncidance de Θ_h et Θ_p.

Nous avons entrepris un travail, pour examiner si la distance $\Theta_h - \Theta_f$ dépend du traitement mécanique et thermique préalable. L'expérience a confirmé l'existence de la différence $\Theta_h - \Theta_f$. Celle-ci est grande (14°,5) pour le nickel spécial ([2]) (nickel fortement courbé et redressé contre son élasticité), très petite (1°,5) pour un nickel étiré à la rupture et elle oscille entre 5° et 14°, 5 pour des nickels recuits de différentes manières.

Pour les deux nickels traités mécaniquement les variations presque exactement linéaires de σ_R^2 et de h_c en fonction de la température donnent Θ_f et Θ_h avec une précision suffisante et sans ambiguïté.

Par contre les nickels recuits présentent tous, mais avec une plus ou moins grande netteté, un *phénomène nouveau, le dédoublement des Points de Curie.*

On observe les faits suivants : au voisinage du Point de Curie σ_R et h_c diminuent d'abord régulièrement, mais à une certaine température l'aspect des cycles change brusquement et le champ coercitif a de nouveau pris des valeurs plus grandes (voir *fig.* 1). En portant σ_R^2 et h_c en fonction de la température, on obtient ici pour σ_R^2 deux droites raccordées par un coude, tandis que la courbe de h_c présente, à la température du coude de σ_R^2, un accroissement brusque, en deçà et au delà duquel cette quantité décroît régulièrement, quand la température s'élève (voir *fig.* 2).

On peut reconstituer ces propriétés en admettant que le nickel est formé de deux corps ferromagnétiques avec des Points de Curie différents. En admettant la même aimantation spontanée et une proportion de 2 à 3, on obtient pour σ^2 la courbe de la figure 3, qui ressemble à la courbe expérimentale.

On voit facilement que le rapport des inclinaisons des droites donne le carré du rapport des constituants.

Nous interprétons donc ces expériences par l'*existence des deux sub-*

([1]) R. Forrer, *Journal de Physique*, 1, 1930, p. 49.

([2]) R. Forrer, *Journal de Physique*, 7, 1926, p. 109

stances ferromagnétiques dans le nickel, Ni_1 *et* Ni_2, avec des Points de Curie ferromagnétiques Θ_{f_1} et Θ_{f_2}.

On sait qu'une solution solide de deux métaux n'a qu'un seul Point de Curie Θ_f. On observe deux Points quand il y a mélange. Dans le cas des nickels recuits, l'existence des deux Points de Curie ferromagnétiques distincts démontre qu'il y a ségrégation des deux constituants.

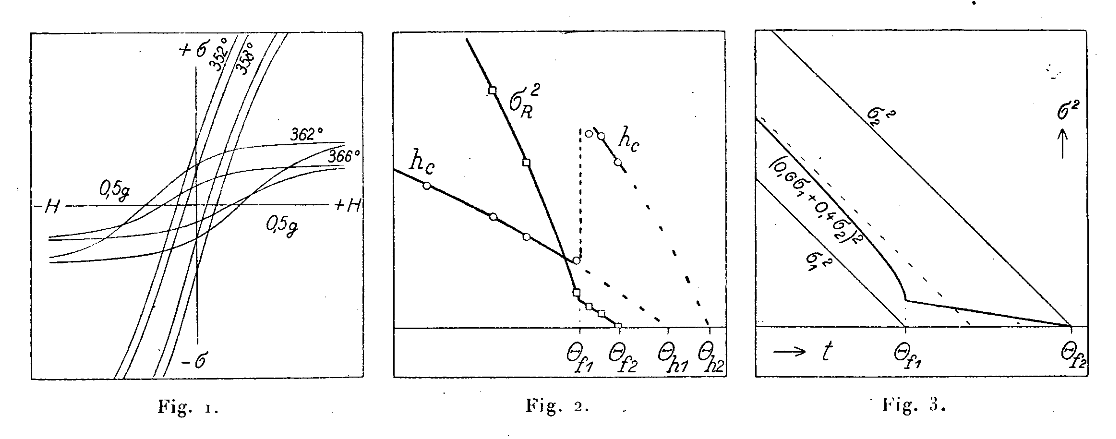


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

L'aimantation spontanée du nickel 1 disparaît à Θ_{f_1}. A une température $\Theta_{f_1} < t < \Theta_{f_2}$ le nickel 2 sera donc disposé en particules isolées et son champ coercitif est plusieurs fois plus grand que celui du nickel 1.

Les Θ_h sont donnés par une extrapolation qui est sûre pour Θ_{h_1} et moins précise pour Θh_2. Mais la conclusion n'est pas affectée. Nous donnons dans le tableau suivant les résultats numériques de cette première exploration qui a porté sur 5 nickels diversement traités. Elle sera reprise avec plus de précision.

Traitement.	Θ_{f_1}.	Θ_{h_1}.	$\Theta_{h_1}-\Theta_{f_1}$.	Θ_{f_2}.	Θ_{h_2}.	$\Theta_{h_2}-\Theta_{f_2}$.	$\Theta_{f_2}-\Theta_{f_1}$.	$\Theta_{h_2}-\Theta_{h_1}$.	Ni_1 %.
Nickel étiré :									
Recuit à 950°.	360,5	375	14,5	365	–	–	**4.5**	–	~80
Refroid. lent.	361	368	7	366	–	–	**5**	–	~42
Nickel tordu :									
Recuit à 950°.	362	373	11	367	~378	~11	**5**	~5	~53
Refroid. lent.	361	366,5	5,5	367	~375	~ 8	**6**	~8	–
Recuit à 500°.	361	366	5	370	~375	~ 5	**8,5**	~9	~56

Le premier Point de Curie ferromagnétique Θ_{f_1} est 361°C. et *indépendant* du traitement; il en est de même du deuxième, Θ_{f_2}, à l'incertitude de la mesure près. La distance $\Theta_{f_2}-\Theta_{f_1}$ est de l'ordre de 6°, caractéristique

du nickel recuit. On peut rapprocher ce fait de l'étalement de la discontinuité de la chaleur spécifique vraie sur un intervalle de 6°,7, observée par Mme Ch. Lapp [1].

La distance $\Theta_{h_1} - \Theta_{f_1}$ est variable avec le traitement et de l'ordre de 5° à 14°,5. La détermination de Θ_{h_2} est plus incertaine. $\Theta_{h_2} - \Theta_{f_2}$ est du même ordre que $\Theta_{h_1} - \Theta_{f_1}$. Le rapport des aimantations des deux espèces de nickel Ni_1 et Ni_2 à égale distance de leur Θ_f est voisin de l'unité.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la recherche par l'analyse spectrale des éléments étrangers dans un métal.* Note de M. **Lucien Amy**, présentée par M. Fabry.

1. L'emploi des spectres d'étincelle est devenu, depuis les travaux de Lecoq de Boisbaudran, de A. de Gramont et de M. Urbain, une méthode à la fois très générale et très sensible. C'est une des meilleures pour la recherche de faibles quantités d'éléments étrangers dans les métaux.

La technique classique consiste, dans ce cas, à photographier côte à côte deux spectres d'étincelles jaillissant respectivement entre deux morceaux du métal à étudier et entre deux échantillons tout à fait purs du même métal. Les raies du premier spectre ne se trouvant pas dans le deuxième proviennent des éléments étrangers. Mais, si l'on ne prend pas des précautions particulières, ce procédé est infidèle. Les phénomènes que nous allons décrire nous ont permis de préciser les conditions opératoires et d'obtenir, d'une part, des résultats constants, d'autre part, une sensibilité beaucoup plus grande pour certains éléments.

2. Lorsque l'on fait jaillir une étincelle entre deux baguettes métalliques identiques et que l'on photographie successivement le spectre de l'étincelle de seconde en seconde, on constate, si le métal n'est pas tout à fait pur, que les spectres ainsi obtenus ne sont pas identiques entre eux. Au début de l'étincelle, on obtient un certain nombre de raies qui disparaissent ou tout au moins s'atténuent beaucoup au bout de quelques secondes. Ces raies correspondent à des éléments différents du métal formant la masse principale des électrodes.

Ce phénomène est dû à une modification des surfaces métalliques. Il ne

---

(1) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1104, et *Annales de Physique*, **12**, 1929, p. 442.

se reproduit pas en effet si l'on fait jaillir de nouveau l'étincelle aux mêmes points des électrodes même après complet refroidissement ou si celles-ci sont au préalable décapées dans un réactif approprié.

Nous pensons que le phénomène est dû à une volatilisation différente des éléments. La surface des électrodes s'appauvrissant au début de l'expérience en l'élément le plus volatil jusqu'à ce qu'un équilibre se produise et que chaque élément disparaisse proportionnellement à sa teneur dans les électrodes.

3. Nous avons déduit de ces expériences la technique suivante que nous proposons pour la recherche des éléments étrangers dans un métal. Cette technique est beaucoup plus sensible pour certains éléments que la technique classique.

Nous faisons jaillir une dizaine ou une vingtaine de fois une étincelle de haute fréquence entre deux baguettes du métal à étudier, en ayant soin de renouveler, à chaque opération, les surfaces mises en jeu, et en ne photographiant chaque fois le spectre de l'étincelle que pendant la première seconde.

Nous avons appliqué cette technique à la recherche des éléments étrangers dans divers échantillons de plomb, de zinc, de cuivre, de fer, d'aluminium.

Dans chaque cas nous avons observé, par rapport à la technique courante, un renforcement considérable (des centaines de fois) des raies du magnésium, du calcium et du carbone; sauf dans le cas du fer pour ce dernier élément. Nous nous proposons de préparer des métaux tout à fait purs dans le but de préciser la sensibilité de notre méthode.

	Éléments étrangers dont les raies sont renforcées par rapport à la technique ordinaire.		
Métal étudié.	Des centaines de fois.	Une dizaine de fois.	Légèrement.
Plomb....	Magnésium	–	Cuivre
	Calcium	Étain	Antimoine
	Carbone	–	–
Zinc......	Magnésium	–	–
	Calcium	Cuivre	Fer
	Carbone	–	–
Cuivre....	Magnésium	–	–
	Calcium	–	Fer
	Carbone	–	–
Fer.......	Magnésium	–	–
	Calcium	–	–

PHYSIQUE. — *Système de télévision comportant, en particulier, un dispositif de synchronisation et de mise en phase automatique.* Note [1] de M. **R. Barthélemy**, présentée par M. P. Janet.

Le système de télévision que nous présentons aujourd'hui est, dans ses grandes lignes, analogue à ceux qui ont été décrits depuis une cinquantaine d'années par de nombreux auteurs, mais dont bien peu ont donné lieu à des réalisations. L'exploration, à l'émission, est assurée par un faisceau lumineux interrompu pendant un temps très court, à la fin de chaque balayage élémentaire, caractéristique nouvelle qui évite l'emploi toujours délicat d'amplificateurs à courant continu, tant à l'émission qu'à la réception.

D'autre part, l'application des récentes lampes bigrilles *à écran d'anode* a permis une utilisation plus rationnelle des cellules photo-électriques, en éliminant les phénomènes de *traînage*, si gênants dans les phénomènes rapides de la télévision.

Le récepteur comporte une source lumineuse, au néon et hélium; la disposition géométrique des éléments de cette lampe procure un champ électrique à peu près uniforme, normal à la surface d'une plaque métallique, laquelle semble alors recouverte d'une couche très lumineuse, d'épaisseur constante, condition essentielle pour une bonne reproduction, par l'analyse du disque perforé synchronisé.

La nouveauté essentielle réside dans la méthode et la réalisation de la synchronisation du disque mobile à la réception.

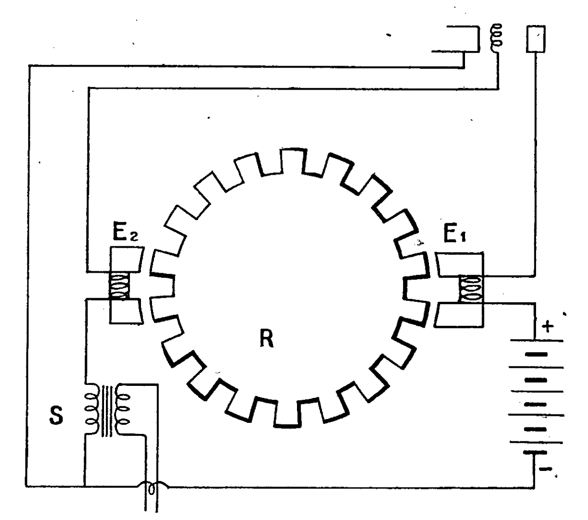
Au lieu d'envoyer par l'émetteur une onde supplémentaire pour effectuer cette opération, on émet un signal très bref, un « top » de l'ordre de $\frac{1}{10000}$ de seconde, par exemple, au début de chaque exploration (donc tous les $\frac{1}{16}$ de seconde), le « top » *déclenche* avec une précision qui est celle du $\frac{1}{10000}$ de seconde un phénomène oscillatoire dans le récepteur; en fait il allume une lampe au néon, placée dans des conditions voisines de celles de l'oscillation de relaxation, mais nettement au-dessous des conditions d'entretien. L'oscillation a une durée définie par les constantes du circuit, et est égale *environ* à celle de l'intervalle de deux « tops » consécutifs; elle ne se renouvelle *que* sous l'action d'un nouveau signal. On obtient ainsi une suite de courants pulsatoires dont la *phase est exactement déterminée par l'émetteur*, mais dont l'amplitude n'est fonction que des conditions locales.

---

(1) Séance du 10 novembre 1930.

On peut amplifier ces oscillations et les appliquer à un moteur synchrone, qui entraînera le disque devant la lampe à lumière modulée. Cet amplificateur devra, en général, fournir une puissance de plusieurs watts à la sortie si l'on emploie les dispositifs moteurs connus. L'accrochage reste délicat et la stabilité insuffisante, car il faut penser que la *constance* de la phase doit être assurée à moins de deux degrés près. Aussi un nouveau système de moteur synchronisé a été mis au point pour résoudre ce problème spécial.

Ce moteur, appelé moteur-relais est basé sur la combinaison d'un sys-



Moteur sans collecteur, avec sources continues.

tème électromagnétique mobile et d'un relais amplificateur, la combinaison engendrant un mouvement entretenu, analogue à l'entretien d'oscillations dans une lampe. La réalisation peut comporter une sorte de roue phonique R, qui se déplace devant un ou plusieurs électro-aimants polarisés E_1, où passe le courant plaque d'une lampe, et d'un électro E_2 agissant sur la grille de la même lampe. Pour un calage approprié de E_1 par rapport à E_2, il y a entretien du mouvement commencé et la roue tourne sans l'intervention de commutateur. C'est une réalisation de moteur avec sources continues sans collecteur, qui appelle celle du diapason entretenu.

Le couple du moteur est évidemment fonction de la *phase* tension grille, et si l'on compose, avec la tension grille d'entretien, induite dans l'électrode E_2, la force électromotrice S de synchronisation, on peut démontrer que, dans certaines conditions, il y aura phénomène de battements, puis

accrochage automatique sur la fréquence incidente, et stabilisation rapide de la phase. Le couple synchronisant peut, en effet, dans le dispositif, être aisément égal au couple moteur; il suffit d'introduire une tension synchronisante, sur la grille, de l'ordre de la tension d'entretien.

Nous avons adopté une disposition un peu différente pour obtenir un couple moteur moins variable avec la vitesse, en plaçant, dans le circuit plaque, un induit mobile, tournant entre les deux pôles d'un aimant, et en calant, sur l'axe, un commutateur qui, à l'aide d'une pile auxiliaire, polarise convenablement, à chaque tour, la grille de la lampe relais. On évite ainsi l'incertitude de phase donnée par un moteur à pôles multiples.

L'ensemble de ces perfectionnements a permis des réceptions parfaitement stables et de bonne qualité, *d'images animées*. Des expériences de télévision de personnes placées dans un studio, et des essais de télécinéma, ont été effectués, tant par fil que par voie hertzienne, et il semble que l'on puisse espérer de prochaines réalisations industrielles.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Étude sur les solutions de tartrates dans* $CaCl^2 + 6H^2O$ *fondu*. Note (1) de MM. **E. Darmois** et **J. Cessac**, présentée par M. Ch. Fabry.

L'un de nous a signalé en divers endroits l'influence des sels neutres sur le pouvoir rotatoire des tartrates de bases minérales ou organiques. Dans une publication plus récente (2), on a montré que des variations analogues se produisaient quand on ajoutait un sel neutre à la solution aqueuse du tartrate d'éthyle; par exemple, pour ce dernier corps, $[\alpha]_{5461}$ est environ $+28^\circ$ dans l'eau pure pour $C = 10$ et -10° dans $CaCl^2$ 4,2 M pour la même concentration. Les explications proposées pour ces variations seraient une généralisation de celles déjà proposées pour les solutions dans les divers solvants purs; elles envisagent l'hypothèse de plusieurs modifications isomériques, de polymères, etc. Nous avons pensé apporter une contribution nouvelle à la question en étudiant les solutions des tartrates dans l'hydrate défini $CaCl^2 + 6H^2O$, où l'on peut déterminer à la fois le pouvoir rotatoire et la grandeur moléculaire du corps dissous.

Les indications sur la préparation et le contrôle de l'hydrate seront

(1) Séance du 24 novembre 1930.

(2) *Trans. Farad. Soc.*, **26**, 1930, p. 384.

données ailleurs; son point de fusion est voisin de 29°,8. Nous y avons dissous le tartrate de calcium, le tartrate de méthyle et le tartrate d'éthyle et nous avons déterminé l'abaissement cryoscopique et le pouvoir rotatoire pour diverses concentrations. La constante cryoscopique K a été déterminée à l'aide des solutions d'urée, de KCl, de NH^4Cl, de $CuCl^2$; dans le système de représentation de Raoult, les courbes $M\frac{\Delta\theta}{c} = f(\Delta\theta)$ sont des droites pour des abaissements allant jusqu'à 2°; on obtient K par l'extrapolation à l'origine. La moyenne des valeurs de K obtenues à l'aide des quatre corps ci-dessus est 40,4. Les courbes relatives aux solutions des trois tartrates sont également des droites; l'extrapolation à l'origine donne pour ces trois corps, respectivement : Tartrate de calcium : $M_{obs} = 183$; $M_{calc} = 188$. Tartrate de méthyle : $M_{obs} = 170$; $M_{calc} = 178$. Tartrate d'éthyle : $M_{obs} = 210$; $M_{calc} = 206$. En solution étendue dans $CaCl^2 + 6H^2O$ fondu, les trois tartrates ont donc le poids moléculaire normal. Pour le tartrate de calcium, ce résultat confirme les indications données antérieurement à l'aide des mesures de solubilité [1].

Les pouvoirs rotatoires ont été mesurés pour les trois radiations jaune, verte, indigo du mercure, pour diverses concentrations, à des températures variant de 20° (solution surfondue) à 80°.

Le tartrate d'éthyle est lévogyre, avec un pouvoir rotatoire assez grand. Les mesures permettent d'extrapoler la valeur de $[\alpha]$ pour la température de 30° et une concentration nulle; on trouve ainsi :

$$[\alpha]_J = -42°,5; \qquad [\alpha]_V = -28°,5; \qquad [\alpha]_I = -62°,5.$$

On voit donc que, dans les conditions mêmes où le poids moléculaire s'est montré normal, le pouvoir rotatoire est absolument différent de celui observé en solution étendue dans l'eau; les résultats obtenus sont donc d'accord avec l'existence de deux ou plusieurs isomères du tartrate. L'équilibre entre ces divers isomères se modifie très vite quand on fait varier la concentration ou la température.

Exemples. — *a.* 2g,31 de tartrate d'éthyle sont dissous dans 100^{cm^3} de solution à 20° :

$$[\alpha]_J^{20} = -31°,20 \qquad [\alpha]_J^{78} = -16°,88$$
$$[\alpha]_V^{20} = -30,23 \qquad [\alpha]_V^{78} = -14,66$$
$$[\alpha]_I^{20} = -63,49 \qquad [\alpha]_I^{78} = -30,0$$

---

(1) *Soc. Fr. Phys.* (Section de Nancy), **9**, 24 février 1928, p. 41 S.

b. La concentration du tartrate d'éthyle varie de 0,82 à 4,03 à 30° :

$$C = 0,82 \begin{cases} [\alpha]_J = -35°,60 \\ [\alpha]_V = -27,60 \\ [\alpha]_I = -56,40 \end{cases} \quad C = 2,30 \begin{cases} [\alpha]_J = -28°,60 \\ [\alpha]_V = -27,60 \\ [\alpha]_I = -54,0 \end{cases} \quad C = 4,03 \begin{cases} [\alpha]_J = -22°,40 \\ [\alpha]_V = -24,60 \\ [\alpha]_I = -44,20 \end{cases}$$

L'application du diagramme rectiligne de la loi de Biot montre qu'il faut plus de deux isomères pour expliquer la variation de la dispersion rotatoire avec C et *t*; nous avons essayé le calcul généralisé de Lucas; la difficulté des expériences ne permet pas d'affirmer que l'explication est correcte avec trois isomères. Le tartrate de méthyle donne des résultats très analogues aux précédents.

Le tartrate de calcium possède, en solution dans $CaCl^2 + 6H^2O$, un pouvoir rotatoire lévogyre faible; (α) est à peu près indépendant de la concentration, jusqu'à $C = 10$, comme on l'avait déjà trouvé dans les solutions moins riches en $CaCl^2$ (1). La dispersion est anormale avec maximum de rotation dans le vert. $(\alpha)_V$ est voisin de $-2°$; il augmente très légèrement avec la température.

Exemple. — Solution contenant $4^g,01$ tartrate de calcium pour $64^g,45$ $CaCl^2 + 6H^2O$:

$$(\alpha)^{31,5}_J = -1,91, \qquad (\alpha)^{46}_J = -1,80, \qquad (\alpha)^{79,4}_J = -1,77.$$

Les variations de (α) avec C et *t* sont ici très faibles ; il est probable que leur explication est différente de celle donnée pour les éthers tartriques. L'ion tartrique $C^4H^4O^{6--}$ serait déformé dans le champ des ions de la solution de $CaCl^2$, comme on l'a supposé pour expliquer les variations de (α) pour les tartrates des métaux (1).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la relation entre l'émission de rayons* α *de long parcours et de rayons* γ. Note de Mme **P. Curie**.

On admet que RaC′ et ThC′ émettent, en outre de leurs groupes principaux de rayons α (parcours dans l'air à 15° sous pression normale $6^{cm},97$ pour RaC′ et $8^{cm},62$ pour ThC′), des groupes de rayons dits de *long parcours* émis en très petit nombre par rapport à ceux des groupes normaux et ayant les parcours $9^{cm},3$ dans le cas de RaC′, $9^{cm},5$ et $11^{cm},5$ dans le cas de ThC′.

---

(1) *Ann. de Phys.*, **10**, 1928, p. 70.

Plusieurs auteurs ont émis l'hypothèse que les rayons de parcours normal proviennent du niveau nucléaire normal, tandis que les rayons de *long parcours* proviennent d'un niveau supérieur du noyau, celui-ci étant à l'état *excité*. Dans une publication récente, Gamow a discuté une formule qui donne la limite supérieure de la durée d'excitation (1). Je me propose de donner ici la formule complétée et d'examiner sa relation avec l'expérience.

Admettons que, lors de la transformation de RaC en RaC' ou de ThC en ThC', le départ de l'électron nucléaire qui détermine celle-ci laisse la proportion p des atomes produits à l'état excité. Soient, pour un atome excité, λ la probabilité d'émettre une particule α de long parcours et Θ celle de revenir à l'état normal par émission d'un quantum de radiation, et d'émettre ensuite un rayon α de parcours normal. La proportion N de rayons de long parcours est donnée par la relation

$$N = \frac{p\lambda}{\lambda + \Theta} \quad \text{ou} \quad \Theta = \frac{\lambda}{N}(p - N),$$

avec les conditions $N \leqq p \leqq 1$.

Dans cette formule N est connu par les expériences de numération de rayons α; la constante radioactive λ relative à l'émission de particules α d'un parcours donné R se déduit, soit en extrapolant la courbe expérimentale qui représente $\log\lambda$ en fonction de $\log R$ (loi Geiger et Nuttall), soit en faisant appel à la mécanique ondulatoire (Gamow). La formule fournit donc une relation entre Θ et p, dans laquelle Θ peut recevoir toute valeur depuis zéro jusqu'à $\lambda(1 - N)/N$, selon les valeurs attribuées à p. Cependant, le choix n'est pas arbitraire, car la différence $p - N$ représente le nombre de rayons γ par atome transformé. De plus, il est nécessaire d'obtenir pour Θ un ordre de grandeur convenable, et si dans l'émission de quanta de lumière, la vie moyenne de l'atome à l'état excité est de l'ordre de 10^{-8} sec, soit $\Theta = 10^8\ \text{sec}^{-1}$, on doit admettre que Θ (ou $\Theta + \lambda$) est considérablement plus grand pour un noyau excité émettant un quantum de très haute fréquence.

Pour comparer la théorie et l'expérience, considérons les valeurs numériques. Pour RaC on a établi l'existence d'un groupe de $9^{\text{cm}},3$ avec pour N la valeur 20×10^{-6} (Yamada), 12×10^{-6} (Philipp). La différence énergétique d'un rayon de ce groupe et d'un rayon normal a été rapprochée de l'énergie d'un groupe de rayons γ signalé dans le spectre de haute fréquence

(1) GAMOW, *Nature*, 13 septembre 1930.

de Ra C, soit 1426 eKV (électron-kilovolts). Pourtant, la concordance est très imparfaite et suppose une erreur par excès d'environ 3^{mm} sur le parcours le plus long, le nombre qui correspond aux données actuelles étant 1630 eKV. L'extrapolation de la courbe expérimentale $\log\lambda = f(\log R)$ offre peu de précision du fait que la relation ne paraît pas linéaire; j'ai admis $\lambda = 10^{11}\ \text{sec}^{-1}$, en tenant compte de la valeur mesurée pour Ra C par la méthode de Jacobsen ($8 \times 10^5\ \text{sec}^{-1}$). Restent à considérer les rayons γ émis. Si leur assimilation au groupe de 1426 eKV n'est pas une erreur, on peut utiliser les résultats de Ellis et Aston qui comptent dans le spectre naturel des rayons β environ 0,0029 photo-électrons par atome détruit attribuables au groupe considéré (1). Si, comme le pensent ces auteurs, la conversion interne de ce groupe est presque complète, le nombre $(p - N)$ de rayons γ est aussi égal à 0,0029 et si $N = 2 \times 10^{-5}$, on peut négliger N par rapport à p. On aurait donc approximativement :

$$\Theta = \lambda p/N = 10^{11} \times 0,0029/2 \times 10^{-5} = 1,5 \times 10^{13}\ \text{sec}^{-1},$$

valeur jugée acceptable par Gamow, tandis que d'autres auteurs prévoient une valeur encore plus élevée $10^{16}\ \text{sec}^{-1}$. Il ne saurait être question d'augmenter θ en donnant à p une valeur voisine de 1, car le nombre de rayons γ du groupe est certainement très inférieur à un quantum par atome détruit.

Passons au cas de Th C'. Ici la difficulté principale consiste dans le fait que les rayons γ du groupe de corps formé par Th C et ses dérivés sont attribués actuellement à Th C'', dérivé qui, malgré sa courte vie, a pu être étudié séparément (2). On se trouve donc en contradiction avec ce résultat en attribuant un rayonnement γ de quelque importance aux atomes excités de Th C'. La proportion N de rayons de $11^{cm},5$ de parcours est $2,9 \times 10^{-4}$ pour un rayon de $8^{cm},6$ (Yamada), c'est-à-dire pour un atome transformé par émission de rayons β, ce mode de transformation comprenant ici 65 pour 100 du nombre total des atomes transformés de Th C. La valeur de λ, d'une extrapolation incertaine, paraît être 10^{15} à $10^{16}\ \text{sec}^{-1}$. La limite supérieure de Θ

(1) Ellis et Aston. *Proc., Roy. Soc.*, **129**, 1930, p. 180. Les auteurs indiquent en valeur relative 4,76 photo-électrons du niveau K et 0,70 photo-électrons d'un niveau L, au total 5,46 photo-électrons provenant du groupe de rayons γ de 1426 eKV. Pour rapporter ce chiffre à un atome transformé de Ra C, les auteurs donnent le facteur $5,3 \times 10^{-4}$. La transformation de Ra C ayant lieu presque exclusivement par rayon β, il est superflu de distinguer ici entre le nombre d'atomes transformés par cette voie et le nombre transformé au total.

(2) Chalmers, *Camb. Phil. Soc.*, **25**, 1929, p. 331.

pour $p = 1$ est donc de l'ordre de 10^{18} à 10^{19} sec^{-1}. Mais la vraie valeur de Θ dépend de la différence $p - N$, qui pourrait être petite, sans être nulle; s'il y a émission de rayons γ par ThC′ excité en nombre de 10^{-5} seulement par atome de ThC transformé en ThC′, θ aurait encore une valeur de l'ordre de 10^{13} à 10^{14} sec^{-1}, comme dans le cas précédemment examiné.

La différence énergétique entre un rayon α de $11^{cm},5$ et le rayon normal de $8^{cm},62$ est environ 1800 eKV. Un tel groupe de rayons γ de ThC n'a pas été signalé jusqu'ici dans le rayonnement γ de ThC et de ses dérivés, mais les considérations d'intensité ci-dessus exposées font que cet argument n'est pas décisif.

Ainsi l'interprétation théorique suggérée, sans être en accord satisfaisant avec l'expérience, n'est pas cependant à écarter. De nouvelles recherches seraient utiles pour préciser les longs parcours de rayons α, ainsi que l'existence et l'intensité des groupes de rayons γ à faire intervenir. Au point de vue théorique, il serait nécessaire de poursuivre l'évaluation de la vie moyenne d'un noyau excité.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Utilisation des cellules photo-électriques à enveloppe de verre pour les recherches sur les rayonnements de très courtes longueurs d'ondes*. Note de MM. **J.** et **J.-F. Thovert**, présentée par M. A. Cotton.

L'adaptation d'une cellule photo-électrique à enveloppe de verre à la détection de radiations à très courtes longueurs d'ondes est facilement réalisée par interposition d'une couche mince de substance fluorescente agissant comme un changeur de fréquence des radiations.

Le choix de la substance fluorescente est lié à la sensibilité chromatique de la cellule. Les cellules sensibles les plus répandues ont toujours un maximum de sensibilité entre 3500 et 4500 Å, et, comme pour l'utilisation sur l'émulsion photographique, les hydrocarbures, huiles de pétrole, vaseline, seront d'un bon usage, ou encore les substances donnant une fluorescence bleue, esculine, quinine, etc. Avec les cellules sensibles aux radiations jaune, rouge, on pourra utiliser aussi les fluorescéines. Une couche fluorescente non volatile permet l'emploi de la cellule dans le vide pour la réception de l'ultraviolet lointain.

L'adaptation peut se faire par enduit direct de la surface d'entrée; la vaseline se prête particulièrement à ce mode d'emploi très simple. On peut aussi recouvrir le verre d'une pellicule de gélatine ou collodion dans laquelle

est incorporée la substance fluorescente. Nous avons également trouvé commode l'emploi d'une cellule *Fotos* sur laquelle une face d'entrée plane et dépolie peut facilement recevoir et garder une mince couche de liquide, même assez fluide, huile de vaseline par exemple.

L'émission de fluorescence étant diffusée dans toutes les directions, il sera toujours avantageux de pouvoir installer la couche fluorescente au plus près du centre d'une cathode hémisphérique ou cylindrique. Une installation de ce genre permet d'utiliser une cellule photo-électrique à la détection de rayons X par une action latérale de fluorescence, sans exposition de la cathode au rayonnement direct.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mécanisme du revenu de la martensite.* Note de MM. **P. Chevenard** et **A. Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Bien que le revenu des aciers trempés ait été l'objet d'un grand nombre de travaux, le mécanisme de la décomposition de la martensite n'est pas encore élucidé. Les phénomènes compliqués observés au cours de la chauffe des aciers trempés ont reçu des interprétations contradictoires; certains auteurs ont imaginé des phases ou des constituants nouveaux, tels que l'osmondite de Heyn, les martensites α et β de Honda, etc.

La principale difficulté du problème tient à l'impossibilité d'obtenir de la martensite pure : l'analyse des transformations de l'acier au cours de la trempe montre que la martensite est toujours mêlée d'austénite. On enregistre donc, au revenu, la résultante des effets de la chauffe sur ces deux constituants hors d'équilibre.

De tous les constituants de trempe, seule l'austénite peut être obtenue à l'état de pureté. Aussi avons-nous commencé par étudier le revenu de l'austénite [1]. Puis, en faisant varier les teneurs en carbone, les températures de chauffe et les vitesses de refroidissement, nous avons préparé des aciers trempés renfermant des proportions variables de martensite et d'austénite, et nous les avons étudiés selon la technique des revenus isothermes, déjà décrite [1].

Nous avons pu évaluer la proportion d'austénite d'après la dilatabilité et,

---

(1) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 408.

par conséquent, apprécier la part de la décomposition de ce constituant dans les effets globaux du revenu et, finalement, dégager le mécanisme du revenu de la martensite seule. La conception suivante nous paraît rendre compte de tous les faits connus pour les aciers carburés.

Le revenu de la martensite s'opère dans les aciers hypereutectoïdes selon la réaction :

martensite (sol. sol fer α-carbone) $\rightarrow$ cémentite + martensite moins carburée.

La précipitation de cémentite commence dès la température ambiante, comme le prouve une contraction lente et une baisse progressive de la résistivité (¹). Elle se poursuit d'une façon parfaitement régulière, à mesure que

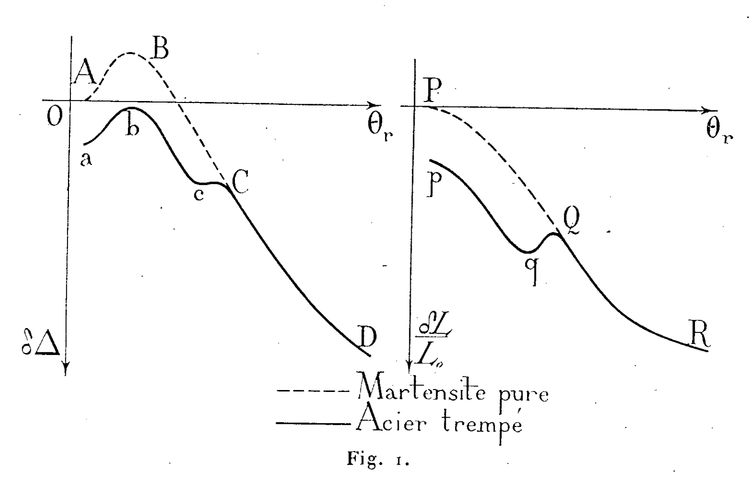


Fig. 1.

la température s'élève, comme l'indique la variation de l'anomalie de la cémentite, et ne s'achève qu'à haute température : 500° pour une durée de chauffe de 7 heures. Toutes les singularités des courbes « propriété-température de revenu », relatives à un acier trempé, s'interprètent par la superposition, à la réaction ci-dessus, des réactions de revenu de l'austénite :

austénite $\rightarrow$ cémentite + austénite moins carburée,
austénite $\rightarrow$ cémentite + martensite.

Considérons, par exemple, la variation $\delta\Delta$ de la dureté avec la température de revenu θ_r. Si l'acier était formé de martensite pure, la courbe aurait

(¹) La coloration par attaque prolongée au picrate bouillant, qui a été invoquée en faveur de la présence de cémentite libre dans la martensite, accuse en réalité les effets d'un revenu à 100°.

l'allure ABCD (*fig.* 1). En effet, conformément aux lois générales, la dureté croît avec la concentration en carbone de la phase α et avec la finesse des particules de cémentite précipitée, facteurs qui varient en sens opposés : d'où durcissement structural de la martensite au début du revenu, puis maximum de dureté, et enfin adoucissement rapide dû à la décarburation de la solution α et à la coalescence de la cémentite. L'austénite étant beaucoup moins dure que la martensite, la courbe de l'acier trempé part du

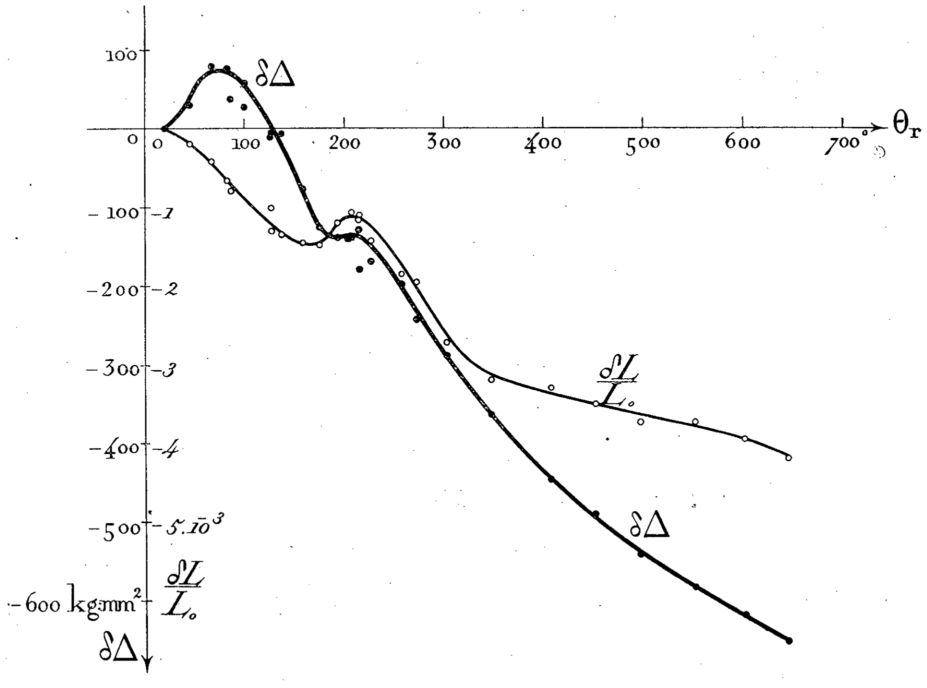


Fig. 2.

point *a*, au-dessous de A, se développe d'abord parallèlement à la première courbe, puis s'en rapproche à mesure que l'austénite se décompose avec gain de dureté, et la rejoint au point C quand cette décomposition est achevée.

De même, la courbe $\frac{\delta L}{L_0}$ du changement total de longueur doit avoir la forme *pq*QR, car l'expansion corrélative du revenu de l'austénite s'ajoute à la contraction régulière du revenu de la martensite. Or, les courbes expérimentales δΔ et $\frac{\delta L}{L_0}$ d'un acier eutectoïde trempé à 800° dans l'eau (*fig.* 2) ont exactement l'allure des schémas traduisant notre conception.

Il en serait ainsi pour les courbes des autres propriétés physiques ou chimiques : la corrosion par les acides étant fonction de la teneur en carbone de la phase α, qui diminue quand θ_r s'élève, et du nombre de particules de cémentite, qui passe par un maximum, on prévoit l'existence d'un maximum de coloration aux réactifs.

En résumé, notre interprétation des phénomènes de revenu, conséquence immédiate de nos résultats expérimentaux, est entièrement conforme aux lois générales établies pour les alliages. Elle écarte tout constituant nouveau et toute réaction nouvelle, et sa simplicité peut être invoquée en faveur de sa probabilité d'exactitude.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude cryoscopique du paraldéhyde dans les solutions de chlorure de sodium et de chlorure de baryum.* Note de MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note précédente, nous avons montré [1] l'intérêt s'attachant à la détermination directe de la constante cryoscopique des solutions salines et comment le paraldéhyde permettait de résoudre le problème dans le cas des solutions étendues seulement de chlorure de potassium.

Nous avons fait une étude analogue pour les solutions de chlorure de sodium et de baryum.

I. Solutions de chlorure de sodium. — *a. Cryoscopie du paraldéhyde dans les solutions de* ClNa 0,5M. — On a :

Concentration.	Poids pour 100g de H^2O.	ΔC.	K_c.	
0,125	g 1,693	° 0,306	23,85	
0,250	3,440	0,617	23,68	
0,375	5,244	0,929	23,39	
0,500	7,103	1,249	23,21	K_c moyen = 23,30
0,625	9,026	1,582	23,14	
0,750	11,013	1,920	23,01	

On a pour l'abaissement de ClNa par $\Delta C = 1°,721$; K_c, dans tout ce travail, est calculé dans l'hypothèse de la molécule triple $(C^2H^4O)^3$. Il a même allure que dans l'eau et les solutions de ClK 0,5M; il croît, très légèrement, en sens inverse de la concentration, indice d'une dépolyméri-

[1] F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 585.

sation que nous pouvons négliger. On peut donc dire que *la molécule de paraldéhyde est pratiquement stable dans les solutions* ClNa 0,5 M à 0° C.; un tel milieu est caractérisé par la constante cryoscopique $K_c = 23,3$, moyenne des valeurs précédentes (celle de la concentration 0,125 exceptée). La valeur trouvée indirectement par l'un de nous, en collaboration avec M. Tuttle (1) par la méthode des premiers passages par zéro, est $K_c = 23,4$, c'est-à-dire la même que celle obtenue directement.

b. Cryoscopie du paraldéhyde dans les solutions ClNa 1,225 M. — On a :

Concentration.	Poids pour 100g de H^2O.	ΔC.	K_c.
	g	°	
0,125	1,720	0,439	33,70
0,250	3,492	0,837	31,70
0,375	5,324	1,240	30,74
0,500	7,212	1,658	30,34

L'abaissement de ClNa pur est $\Delta C = 4°,310$. Le paramètre K_c décroît donc, d'une façon notable, quand la concentration augmente. La molécule de paraldéhyde est donc plus ou moins dépolymérisée dans les solutions de ClNa 1,225 M, et d'autant plus que la concentration est plus faible. Quand on calcule les constantes correspondant aux équilibres entre molécules doubles, triples et quadruples, avec des molécules simples, on a :

Concentration.	$K_2 \times 10^2$.	$K_3 \times 10^4$.	$K_4 \times 10^6$.
0,125	0,82	0,55	0,16
0,250	2,4	0,55	0,62
0,375	4,2	0,52	1,4
0,500	6,0	0,58	2,0

en prenant comme constante de milieu la valeur obtenue indirectement. L'examen de ce tableau montre qu'il y a équilibre exclusif entre molécules simples et triples.

II. Solutions de chlorure de baryum. — *c. Cryoscopie du paraldéhyde dans les solutions de* Cl^2Ba 0,25 M. — On a :

Concentration.	Poids pour 100g de H^2O.	ΔC.	K_c.	
	g	°		
0,125	1,687	0,289	22,62	
0,250	3,426	0,583	22,46	
0,375	5,223	0,898	22,70	K_c moyen = 22,44
0,500	7,074	1,195	22,30	
0,625	8,990	1,506	22,11	
0,750	10,969	1,865	22,44	

(1) F. Bourion et Ch. Tuttle, *Journ. de Chimie physique*, 26, 1929, p. 291-311.

On a, pour Cl^2Ba pur : $\Delta C = 1°,195$; K_c est constant et son allure, en fonction de la concentration, n'accuse aucune trace de dépolymérisation du paraldéhyde. La valeur moyenne 22,4 est un peu inférieure à celle qu'a obtenue M. Tuttle indirectement (expériences inédites).

d. Cryoscopie du paraldéhyde dans les solutions Cl^2Ba 0,6125M. — On a :

Concentration.	Poids pour 100g de H^2O.	ΔC.	K_c.	
	g	o		
0,125	1,705	0,369	28,57	
0,250	3,462	0,755	28,78	
0,375	5,278	1,149	28,73	K_c moyen = 28,60
0,500	7,149	1,544	28,51	
0,550	7,916	1,708	28,48	

On a, pour Cl^2Ba pur : $\Delta C = 3°,056$; K_c est très constant et l'examen de ses diverses valeurs ne révèle nulle trace de dépolymérisation. Le chlorure de baryum en solution est donc un stabilisant du paraldéhyde; K_c ainsi obtenu directement est en moyenne égal à 28,6, alors que, par voie indirecte, on a $K_c = 27,8$ (Tuttle, Thèse, Nancy, 1930). Pour les mêmes concentrations équivalentes, la détermination de K_c était impossible pour ClK et pour ClNa.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure de phénylmagnésium sur le diéthylcyanacétate d'éthyle.* Note [1] de M. **A. Mavrodin**, présentée par M. Delépine.

Dans une Note précédente [2], j'ai montré que les réactions particulières du cyanacétate et de l'éthylcyanacétate d'éthyle, avec les dérivés organomagnésiens, s'expliquent aisément par l'hypothèse d'une énolisation de la fonction éther-sel sous l'influence du réactif de Grignard. J'ai été conduit, par suite, à étudier comment se comporte le diéthylcyanacétate d'éthyle, pour lequel une énolisation de la molécule n'est plus possible, quand on le condense avec les dérivés organomagnésiens. L'action est différente suivant que le dérivé organomagnésien est gras ou aromatique. J'exposerai seulement ici ce qui se rapporte à la condensation de l'éther diéthylcyanacétique avec le bromure de phénylmagnésium.

---

(1) Séance du 24 novembre 1930.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1504.

Le bromure de phénylmagnésium ne réagit pas sur la fonction éther-sel du diéthylcyanacétate d'éthyle; il provoque d'abord une coupure de la molécule : le groupe nitrile est arraché, se fixe sur le radical phényle et donne du cyanure de phényle, tandis que le reste de la molécule du diéthylcyanacétate forme un complexe bromomagnésien :

$$NC.C(C^2H^5)^2CO^2C^2H^5 + C^6H^5MgBr = NC.C^6H^5 + MgBr - C(C^2H^5)^2CO^2C^2H^5.$$

Le cyanure de phényle ainsi formé réagit sur une deuxième molécule de bromure de phénylmagnésium et fournit, après hydrolyse, de la benzophénone, par l'intermédiaire de la cétimine qu'il est possible d'isoler sous forme de chlorhydrate :

$$NCC^6H^5 + C^6H^5MgBr \rightarrow BrMg - N = C(C^6H^5)^2$$
$$\rightarrow HN = C(C^6H^5)^2 \rightarrow OC(C^6H^5)^2.$$

Enfin le complexe bromomagnésien, restant après l'arrachement du groupe nitrile, se condense presque entièrement sur lui-même, avec élimination d'alcoolate bromomagnésien et l'on obtient, après hydrolyse, l'α-diéthyl-γ-diéthylacétylacétate d'éthyle à côté d'un peu d'éther diéthylacétique correspondant à la fraction du complexe non condensé sur lui-même

$$\begin{array}{l} MgBr—C(C^2H^5)^2—CO.\boxed{O\,C^2H^5} \\ C^2H^5\,O\,CO\,C(C^2H^5)^2——\boxed{MgBr} \end{array} \rightarrow MgBr—\overset{\displaystyle C^2H^5}{\underset{\displaystyle C^2H^5}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}—CO—\overset{\displaystyle C^2H^5}{\underset{\displaystyle C^2H^5}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}—CO.O\,C^2H^5$$

$$\rightarrow CH(C^2H^5)^2CO\,C(C^2H^5)^2CO\,O\,C^2H^5.$$

L'α-diéthyl-γ-diéthylacétylacétate d'éthyle constitue un liquide incolore, assez mobile, d'odeur fade, bouillant à 138° sous 18mm; il ne fournit pas de semicarbazone. Saponifié par la potasse alcoolique, il se transforme en tétraéthylacétone symétrique (1), bouillant à 90° sous 15mm; cette cétone ne donne pas non plus de dérivé solide, mais, si on la réduit par le sodium et l'alcool absolu, elle conduit, comme l'a montré Zerner, à l'alcool tétraéthylpropylique secondaire symétrique, auquel correspond une phényluréthane fondant à 72°,5. L'α-diéthyl-γ-diéthylacétylacétate d'éthyle est complètement identifié par cette suite de transformations.

Certains auteurs, dans l'action des dérivés organomagnésiens sur des molécules possédant, comme l'éther diéthylcyanacétique, un atome

(1) Zerner, *Monatshefte f. Chemie*, 32, 1911, p. 682.

de carbone entièrement substitué au voisinage de deux groupes électronégatifs, ont signalé des phénomènes de coupure analogues à celui que nous venons de décrire. Citons M. Leroide avec l'éther diéthylmalonique, Mme Ramart et M. Salmon-Legagneur[1] avec le diphényl- ou le triphénylacétonitrile. M. Grignard[2] a observé que l'action de l'iodure de méthylmagnésium sur le diéthylacétylacétate d'éthyle provoque, avant toute autre réaction, le départ du groupe CH^3CO, qui réagit pour son compte sur le magnésien en fournissant de l'acétone :

$$CH^3COC(C^2H^5)^2CO^2C^2H^5 + CH^3MgI = CH^3COCH^3 + MgI - \underset{C^2H^5}{\overset{C^2H^5}{C}} - CO^2C^2H^5.$$

Le complexe iodomagnésien formé après le départ du groupe acétyle correspond au nôtre; cependant M. Grignard n'observa pas de condensation de ce complexe et il isola seulement, après hydrolyse, l'acétone et le diéthylacétate d'éthyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des gommes dans les carburants.* Note de MM. **R. Brunschwig** et **L. Jacqué**, transmise par M. G. Charpy.

Dans des publications antérieures[3], nous avons décrit une méthode d'essai des carburants usuels, notamment des benzols contenant des hydrocarbures non saturés, en vue d'apprécier leur tendance aux phénomènes d'auto-oxydation et de polymérisation, désignés communément sous le nom de « gommage ». Nous avons indiqué alors les premières justifications expérimentales de cette méthode.

Parmi les essais poursuivis depuis lors, plusieurs ont eu pour but de comparer les résultats de notre méthode d'essai et ceux observés sur divers carburants abandonnés à eux-mêmes, dans des conditions analogues ou non à celles du stockage usuel. Les benzols commerciaux essayés, de provenance diverse (usines à gaz et fours à coke), contenaient tous une proportion de carbures éthyléniques suffisante pour donner avec l'acide sulfurique concentré une coloration foncée, dépassant l'échelle colorimétrique d'usage.

1° Ces benzols ont été conservés pendant 4 mois ou plus dans des réci-

(1) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 43, 1928, p. 323.
(2) *Ann. Ch. et Ph.*, 7e série, 27, 1902, p. 562.
(3) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 486; *C. R. du IXe Congrès de Chimie industrielle*, 1929, p. 207.

pients en fer-blanc ou en verre, *à l'abri de la lumière*, mais au contact de l'air, les récipients, incomplètement remplis, étant fréquemment débouchés ou même laissés ouverts.

Dans tous les cas, les formations de gommes sont restées inférieures aux chiffres limites indiqués par notre méthode d'essai, tout en étant du même ordre de grandeur (la moitié ou les trois quarts, par exemple). Les mêmes constatations ont été faites sur une essence de pétrole du commerce contenant des non-saturés.

2° Les résultats sont tout à fait différents lorsqu'on expose un échantillon de carburant contenant des éthyléniques à l'action simultanée de l'air et de la lumière. Les expériences comparatives suivantes permettent de chiffrer l'influence considérable de cette dernière, déjà souvent constatée.

Deux benzols-moteurs, l'un (A) sommairement purifié, l'autre (B) soumis à un raffinage plus poussé, mais contenant encore des composés éthyléniques, ont été préalablement essayés à l'état frais suivant notre technique, puis conservés parallèlement comme suit :

a. A l'abri de la lumière, avec excès d'air;

b. A la lumière solaire, dans des flacons de verre de 250$^{cm^3}$ bouchés à l'émeri, presque pleins;

c. A la lumière solaire, dans des flacons identiques aux précédents et exposés de la même manière, mais remplis à moitié.

Après quatre mois, on a déterminé les résidus d'évaporation comparativement à ceux des essais préalables; les résultats observés sont donnés dans le tableau ci-dessous.

	Benzol A.		Benzol B.	
	Gomme par 100$^{cm^3}$.	Teinte.	Gomme par 100$^{cm^3}$.	Teinte.
Essais préalables sur produits frais.				
	mg		mg	
Évaporation simple..........	3	Rose très pâle	1	Incolore
Évaporation après vieillissement artificiel............	20	Jaune pâle	4	»
Après vieillissement à l'obscurité.				
a. Air en excès.............	7,5	Jaune rosé pâle	2,5	Incolore
Après vieillissement à la lumière.				
b. Flacons 250/250..........	42	Jaune paille	47	Incolore
c. Flacons 125/250..........	430 (1)	Foncée	147	Jaune à peine visible

(1) Plus une petite quantité de résines solides adhérant aux parois et insolubles dans l'alcool.

D'une manière analogue, une essence de pétrole du commerce, relativement stable quand on la conserve à l'obscurité comme au cours de notre essai de vieillissement (20^{mg} pour 100^{cm^3}), a donné, après quelques mois d'exposition à la lumière, dans un flacon bouché à moitié rempli, 927^{mg} de gommes dissoutes par 100^{cm^3} et 392^{mg} de gommes huileuses précipitées.

Des résultats ci-dessus et des observations diverses faites au cours de nos essais, dont nous poursuivons le développement, on peut, dès maintenant, dégager les points suivants, qui montrent l'inexactitude de certaines notions encore couramment admises :

1° De la coloration prise par un benzol au cours de sa conservation, on ne peut rien déduire de précis sur sa teneur réelle en gommes; par exemple, le benzol B, après altération à la lumière, était resté pratiquement incolore et laissait cependant des résidus d'évaporation considérables (47 et 147^{mg}, suivant la proportion d'air), d'ailleurs peu colorés. Par contre, des benzols qui avaient fortement jauni à l'obscurité n'en contenaient que 15 ou 20^{mg};

2° Dans les carburants qui contiennent des non-saturés, tout en donnant satisfaction, comme le benzol B, au stockage industriel et à l'emploi, il peut se former des quantités considérables de gommes sous l'action prolongée de la lumière et de l'air. Les benzols de cette catégorie nous ont toujours donné à l'essai de vieillissement artificiel des résultats satisfaisants, dont le parallélisme avec ceux de la pratique commerciale est compréhensible, puisque, au cours du stockage, le carburant peut bien être soumis à un contact plus ou moins renouvelé de l'atmosphère, mais échappe par contre à toute influence durable de la lumière.

Ainsi le fait qu'un carburant se colore ou ne se colore pas (carburant dit « lightstable ») sous l'action de la lumière ne permet pas, contrairement à un usage assez répandu, de juger sans erreur des qualités pratiques de ce carburant.

GÉOLOGIE. — *Mouvements du Quaternaire, dans les Pyrénées méditerranéennes.* Note [1] de M. **Octave Mengel**.

Des considérations qui m'ont amené à fixer le début du Quaternaire en Roussillon au Calabrien, il semble résulter que l'extrémité orientale des Pyrénées a été soumise, à partir du Pliocène supérieur (Astien), à peu près uniquement à des mouvements eustatiques.

---

[1] Séance du 3 novembre 1930.

Le premier donne le littoral de 280^m. Il succède aux mouvements épirogéniques qui ont terminé le Pliocène et ont fait basculer le littoral astien de 225^m jusqu'à le faire descendre à la cote 150^m, au pied de la chaîne. Viennent ensuite les retraits de la mer, à vitesse décroissante, qui donnent successivement les rivages et les terrasses de 100^m, 75-60^m, 35-30^m, 20-15^m, 6-4^m. Mais au pied de la chaîne, aussi bien sur le versant nord (Cerdagne) que sur le versant sud (Albires), on voit des traces de mouvements locaux redressant les cailloutis jusqu'à 60°. De plus, des considérations séismiques (¹) m'ont porté à penser que le seuil de Mont-Louis a été soumis à un mouvement épirogénique qui aurait accentué la dépression du Capcir, ultérieurement comblée sur dépôts tourbeux — lignite actuel encore inexploité — par les moraines wurmiennes.

Par contre, tout au moins à l'est et au sud du Montseny, tout le pays dénommé, au nord de Barcelone, chaîne catalane et côte de Llavan paraît avoir éprouvé un mouvement épirogénique qui a fait descendre le rivage d'âge sicilien au-dessous des eaux, ainsi que les isobathes de la dernière carte de la Catalogne en donnent l'impression. A la plate-forme qui accuse le littoral submergé succède une dénivellation extraordinairement forte qui résulte de l'effondrement qui, au cap de Creus, a fait descendre très profondément le Quaternaire marin retrouvé par Pruvost. C'est ce qui expliquerait l'absence de terrasses de ravinement dans la Vallée du Mogent, au nord de Barcelone, tout au moins jusqu'à San Celoni. Cette vallée serait actuellement au stade de remblaiement, d'où manque d'endiguement naturel de la rivière.

Il est vraisemblable que le littoral de 280^m arrivait au sommet du Montjuich, dont l'altitude actuelle est 175^m.

Ces particularités de la région nord de Barcelone, que j'ai notées au cours d'une exploration de la vallée du Mogent en juin 1929 et que j'ignorais par suite quand, en 1928, j'ai formulé mes conclusions de séismotectonique relatives à l'extrémité orientale des Pyrénées (²) confirment les hypothèses que j'ai émises alors sur le mouvement de bascule du comparti-

---

(¹) O. Mengel, *Les tremblements de terre de novembre* 1920 *dans les Pyrénées, leur relation avec la géotectonique* (*Annuaire de l'Institut de Physique du Globe*, 1920, 2ᵉ Partie : *Sismologie*, p. 39-43, Strasbourg 1922).

(²) O. Mengel, *Étude de la séismotectonique des Pyrénées et des Alpes occidentales.* (*Publications du Bureau central séismologique international*, Strasbourg, série B : monographies, fascicule n° 3, p. 1 à 78. Toulouse, 1929.)

ment catalan; mouvement qui se continue de nos jours et dont les séismes qui se manifestent par intermittence en cette région sont les indices.

Ce mouvement se rattacherait aux *mouvements quaternaires* qui ont affecté le pourtour de la Méditerranée occidentale. Du Calabrien au Sicilien, c'est l'exhaussement à des altitudes variant de 280 à 1000^m de quelques parties de la Tyrrhénide échappées à l'effondrement, suivi, comme contre-partie, postérieurement au Sicilien, d'un affaissement d'environ 100^m des côtes catalanes.

A mon sens, c'est aussi à la persistance de ces manifestations de rupture d'équilibre qu'il faut attribuer, d'une part les séismes d'effondrement des Calabres, d'autres part les séismes tectoniques liés au chevauchement vers l'ENE des Apennins sur les Dinarides, tel celui du district séismique Benévent-Avigleino du 23 juillet 1930.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques observations vitales concernant l'évolution du vacuome pendant la spermatogénèse des Characées.* Note de M. **P. Gavaudan**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

La spermatogénèse des Characées a fait l'objet d'un grand nombre de travaux portant soit sur la structure nucléaire et le mécanisme des mitoses, soit sur l'apparition du blépharoplaste et des flagelles. Mais les chercheurs paraissent avoir négligé les enseignements de l'observation vitale de ce matériel ; en particulier les documents sur les enclaves cytoplasmiques sont peu nombreux. Nous avons trouvé dans les éléments spermatogènes des Characées un vacuome représenté par des aspects remarquables traduisant des phénomènes multiples et complexes que nous signalerons seulement sans chercher à donner une explication définitive.

Nous avons observé les filaments anthéridiens directement ou avec coloration vitale. A cet effet, nous avons utilisé : le rouge neutre, le bleu de Crésyl, le vert Janus, le violet Dalhia, le bleu de Toluidine, le bleu de Méthylène, le bleu de Nil qui nous ont tous donné les mêmes résultats. Il faut noter de plus qu'en dehors du vacuome, aucun autre élément cellulaire n'accumule les colorants vitaux dans le cas présent.

Dans les très jeunes filaments anthéridiens composés de trois à cinq cellules, le protoplasme est assez granuleux et renferme de très nombreux corpuscules réfringents. Les plus gros relèvent vraisemblablement de l'ergastome, les plus petits peuvent correspondre à des cytosomes.

Le vacuome est dans une abondance en rapport avec la taille cellulaire qui est élevée à ce stade ; il est représenté soit par un nombre restreint de grosses vacuoles avec ou sans petites endochromidies, soit par un assez grand nombre de volumineuses endochromidies occupant la majeure partie des espaces vacuolaires. Ce dimorphisme constatable dans une même cellule résulte d'une évolution inconstante des colloïdes du vacuome et correspond à des degrés divers d'hydratation. Ces aspects variables du chromidium vacuolaire ont d'ailleurs été également remarqués dans les jeunes cellules de l'appareil végétatif des Characées [R. Cazalas (1)].

La spermatogénèse des Characées est comparable à celle des Muscinées ou des Hépatiques ; ainsi c'est après la dernière mitose que commence la seconde partie de la différenciation sexuelle qui consiste dans l'acquisition d'un blépharoplaste et d'un appareil locomoteur commandé par ce dernier. Le début de ce deuxième temps de maturation sexuelle est remarquablement indiqué à un certain moment par la polarisation des cellules, et les plus anciens auteurs ont noté en effet un décalage constant du noyau qui se rapproche de la paroi du filament.

Dans les cellules spermatogènes, encore au stade du noyau central, nous avons mis en évidence des réseaux vacuolaires comparables à ceux que l'on rencontre dans les méristèmes. Nous rappelons qu'on n'a pas encore trouvé jusqu'à présent, à notre connaissance, de réseaux vacuolaires chez les Characées. Le vacuome est, en effet, parfois représenté par des grains ténus de chromidium disposés en amas irréguliers ou en chapelets, s'associant dans d'autres cas en véritables réseaux. Ceux-ci prennent les colorants vitaux, sont très fragiles et difficiles à observer ; ils sont en outre déformables et changent d'aspect à vue d'œil probablement sous l'influence de lents mouvements cytoplasmiques. Ces réseaux se détruisent enfin rapidement et se résolvent en grosses endochromidies. A la fin du premier temps de maturation le filament anthéridien est composé d'un grand nombre de cellules dans lesquelles le vacuome est représenté par de petites endochromidies dispersées dans tout le cytoplasme. Quel rapport y a-t-il entre cet état du vacuome et les aspects observés dans les très jeunes cellules d'une part et les réseaux d'autre part ? Il aurait fallu suivre les phénomènes de mitose en mitose pour le dire.

Au début du deuxième temps de maturation les éléments du vacuome se

---

(1) R. Cazalas, *Sur l'évolution du vacuome des* Chara *et* Nitella *dans ses relations avec les mouvements cytoplasmiques* (*Le Botaniste*, série XXII, fasc. III-V, juin 1930).

groupent à un pôle du noyau, dans la portion cytoplasmique demeurée libre. Combien de temps persiste ce groupement, nous ne pouvons le dire exactement; s'il se produit un peu plus tard une dispersion partielle, il n'en existe pas moins un stade de polarisation du vacuome qui est très net.

D'ailleurs à ce moment se manifestent des phénomènes singuliers qui compliquent l'interprétation.

La coloration vitale met en évidence une fine poussière vacuolaire se colorant intensément et dont les éléments occupent dans la cellule une position périphérique. Un peu plus tard il devient facile d'observer, même sans coloration vitale, l'existence d'objets singuliers qui paraissent situés entre le corps cellulaire et la membrane. Les plages, plus claires que le cytoplasme et le noyau, rondes ou ovales proviennent d'une fusion des petites vacuoles périphériques élémentaires et peuvent se déformer par la suite de l'évolution spermatogène, s'allonger et grossir en plaques ou en bandelettes très volumineuses formant une mosaïque sous la membrane.

Ces formations, depuis les stades de « poussière » jusqu'à celui des « plages », représentent les phases de l'abandon du vacuome par la cellule dont le cytoplasme se rétracte ainsi que l'ont remarqué les anciens auteurs et Belajeff en particulier. Cette rétraction cytoplasmique se fait de façon concomitante à un développement rapide et hypertrophique du vacuome, d'abord situé à la limite du cytoplasme, puis expulsé. Cependant il ne faut pas perdre de vue qu'à ces stades, il existe encore un vacuome situé à un plan plus profond et représenté par des endochromidies qui se colorent les premières et dans des solutions diluées, alors que, fait paradoxal, les vacuoles périphériques exigent une concentration plus élevée. Quel est le rapport entre le vacuome interne et le vacuome extériorisé, le vacuome interne est-il définitivement expulsé à son tour? Prend-il part à la formation de la bande granuleuse et du spermatozoïde proprement dit? Le but de cette Note n'était pas de répondre à ces questions mais d'attirer l'attention, par quelques faits nouveaux, sur l'importance de l'évolution du vacuome pendant la spermatogénèse des Characées.

HISTOLOGIE. — *De l'évolution des globules blancs du sang dans la série des Vertébrés.* Note [1] de M. **N. Lœwenthal**, présentée par M. M. Caullery.

Les conclusions qui suivent se basent sur l'étude de plus de 30 espèces choisies parmi les différentes classes de Vertébrés.

---

[1] Séance du 24 novembre 1930.

1° Chez les Poissons et les Amphibiens, on trouve dans le sang d'assez nombreuses formes macrolymphocytaires insuffisamment différenciées, qui diminuent ou disparaissent chez les Vertébrés supérieurs.

2° De chaque variété de granulocytes (ou leucocytes à granulations spécifiques), on trouve chez les Poissons et les Amphibiens, en particulier, une forme jeune et petite, à noyau encore compact et excentrique, et dont on peut suivre le développement ultérieur dans le sang même.

3° On peut établir avec certitude que les granulocytes existent déjà, chez de jeunes têtards, aux stades qui précèdent la formation des os et de la moelle osseuse (stades entre 24 et 32^{mm} de longueur totale); leur origine est donc indépendante, au début, de la moelle osseuse, à laquelle cette fonction ne revient que secondairement.

4° Les lymphocytes forment chez les Vertébrés inférieurs, comme on l'admet communément, le contingent le plus nombreux des globules blancs du sang, mais la décroissance de leur taux, en passant aux classes supérieures, ne s'opère nullement d'une manière égale; les caractères plus anciens réapparaissent dans des espèces multiples non seulement chez les Reptiles, mais encore chez les Oiseaux.

5° Le groupe des *mononucléaires* (ou des monocytes) apparaît dans la série des Vertébrés comme un groupe autonome, ne subissant pas dans la règle de transformation granulocytaire.

Chez les Oiseaux, en particulier, on trouve des formes typiques de grands mononucléaires, à noyau irrégulier, mais ne montrant aucune tendance à la transformation granulocytaire.

6° La cellule *éosinophile* est encore incomplètement différenciée chez les Poissons, où elle varie beaucoup plus selon la taille, la forme et la colorabilité de ses inclusions. Chez les Amphibiens, elle se stabilise davantage et ses granulations, arrondies et de taille relativement forte, se colorent très électivement. Chez les Reptiles et les Oiseaux, la cellule éosinophile acquiert des inclusions cristalloïdes, la cellule à granulations rondes devient beaucoup moins abondante. Chez les Reptiles en particulier, les inclusions cristalloïdes sont peu stables et se fluidifient facilement.

Les taux des éosinophiles, très faibles ou peu élevés chez les Poissons (de 0,4 à 1,7 pour 100), plus élevés chez les Amphibiens (jusqu'à 3 ou 4 pour 100, et plus rarement davantage, 8 pour 100), augmentent considérablement chez les Reptiles et surtout chez les Oiseaux, où les maxima peuvent atteindre le quart, voire même la moitié du taux global des globules blancs.

7° La cellule *basophile* (métachromatique), à son tour, montre des différences marquées au point de vue de sa constitution, de l'abondance et de la

taille des inclusions, particulièrement volumineuses chez les Amphibiens. A mentionner, en particulier, une variété à cytoplasme aréolaire ou réticulé et ne renfermant que de rares et fines granulations. Peu abondantes (voire même absentes) chez les Poissons, à l'exception cependant de certaines espèces (Carpe, Tanche), les taux de ces cellules augmentent sensiblement chez les Amphibiens (de 2 à 13 pour 100, en chiffres ronds), où ils peuvent dépasser ceux des éosinophiles. Chez les Reptiles, ces taux sont très élevés dans certaines espèces, jusqu'à 10 pour 100 chez la Vipère et la Tortue d'eau douce, et peuvent même atteindre 18 pour 100 (!) chez la Couleuvre, mais ils sont bien plus faibles dans d'autres espèces (Tortue terrestre, Lézard des murailles, Orvet). Chez les Oiseaux, les taux des basophiles baissent sensiblement, de manière à établir la transition aux Mammifères.

8° Quant à la cellule *neutrophile*, son évolution dans la série des Vertébrés présente un intérêt tout particulier. Cette catégorie cellulaire peut être démontrée également déjà dans nombre d'espèces — bien que pas dans toutes — de Poissons et d'Amphibiens, mais ses taux sont généralement peu élevés chez ces animaux (10 à 13,5 chez les Poissons rouges; jusqu'à environ 29 pour 100, rarement davantage, chez les Amphibiens). Chez les Reptiles, la neutrophilie subit plutôt un recul, vu le nombre réduit des espèces auxquelles on connaît des neutrophiles bien avérés.

Chez les Oiseaux, le groupe des neutrophiles semble se perdre, à en juger d'après les espèces examinées de plus près jusqu'à présent. Le passage aux Mammifères serait dans ces conditions inexplicable. Deux ordres de transformations, qu'on peut reconnaître aux éosinophiles cristalloïdes des Oiseaux, dans des espèces multiples (Perruche, Coucou, Hulotte, Martinet noir, Padda, Tourterelle), bien que dans une mesure différente, permettent de comprendre ce passage.

C'est d'une part une espèce de « dédifférenciation » des éosinophiles, qui perdent leurs inclusions, celles-ci devenant rares, grêles ou se résolvant en fines granulations, et d'autre part la transformation ultérieure des cellules ainsi modifiées en des formes acquérant de plus en plus les caractères des neutrophiles (voir *C. R. Soc. Biol.*, 102, 1929, p. 784). Certains stades de ces transformations peuvent être mis en parallèle avec les *pseudo-éosinophiles* des Rongeurs (Cobaye, Lapin). Et quant à ces dernières cellules, qu'on interprète comme homologues des neutrophiles, on peut les envisager à plus d'un égard comme des formes rétrogradées des éosinophiles cristalloïdes des Oiseaux.

Des différences essentielles existent, en définitive, entre les données de l'histologie comparée et celles de l'hématologie humaine.

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des phénomènes d'oxydo-réduction. Recherches sur la levure de bière. Influence de la dessiccation.* Note de MM. **René Fabre** et **Henri Simonnet**, présentée par M. E. Leclainche.

Nous avons montré (¹) que les dérivés sulfhydrylés contenus dans le tissu hépatique n'étaient solubilisés que très lentement par perfusion du foie au moyen de liquide de Ringer, et que la libération de ces composés — du type glutathion réduit — n'était appréciable que si la cellule hépatique était traumatisée par l'action de substances toxiques (chloroforme, cyanure de potassium) ou d'une solution de perfusion fortement hypotonique.

Nous avons étendu ces recherches à un organisme unicellulaire, la levure de bière, qui contient une proportion notable de dérivés sulfhydrylés, en vue de confirmer les observations précédentes et d'apporter quelques éclaircissements sur la nature du principe oxydo-réducteur que renferme la levure.

I. Si l'on traite 5^g de levure de bière fraîche (type Springer) par 10^{cm^3} d'eau distillée, on constate que la solution aqueuse limpide, séparée par centrifugation, ne donne pas la réaction au nitroprussiate ammoniacal, spécifique des dérivés sulfhydrylés, aussi bien avant qu'après traitement par 1^{cm^3} de solution d'acide trichloracétique à 20 pour 100. Cette solution ne possède d'ailleurs aucune action réductrice sur l'iode.

Le taux de dérivés sulfhydrylés, exprimés en glutathion réduit, libérés par l'action de l'acide trichloracétique à 20 pour 100, est de $8^{mg},56$ pour 5^g de levure fraîche.

II. Si l'on place un cristallisoir contenant 5^g de levure de bière fraîche dans une atmosphère saturée de chloroforme, l'autolyse est rapide. Au bout de six heures, l'autolysat, traité par 10^{cm^3} d'eau distillée, fournit, après centrifugation, un liquide limpide donnant très fortement la réaction au nitroprussiate ammoniacal. C'est la confirmation, sur la levure, des faits que nous avons observés sur le tissu hépatique.

III. Si l'on soumet la levure de bière fraîche à la dessiccation dans le vide (5^{mm}), en présence d'anhydride phosphorique, on constate que, plus la dessiccation est poussée, plus la quantité de dérivés sulfhydrylés solubilisés dans l'eau distillée s'accroît, ainsi que le montre le tableau suivant :

(¹) R. Fabre et H. Simonnet, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1233.

Prise d'essai : 5g.

Temps de dessiccation.	Perte en eau pour 100.	Dérivés sulfhydrylés en mg sol. dans 10cm³ d'eau distillée.
h m		
0. 0	0	0
1.15	35,61	0,47
2.10	39,7	0,45
3.15	54,69	0,95
6	64,30	2,51
10.10	66,44	4,89
24	66,89	4,92
50	66,74	4,87

Ces chiffres se rapportent au taux de dérivés sulfhydrylés solubilisés par un premier lavage, et ne représentent pas la totalité des dérivés sulfhydrylés libérables; pour les obtenir, il est nécessaire d'effectuer 5 lavages identiques. La numération par la méthode des colorations vitales montre que la libération des dérivés sulfhydrylés est proportionnelle au nombre des cellules mortes.

IV. La levure desséchée dans le vide réduit la cystine en cystéine. L'expérience a été conduite de la façon suivante :

1g de levure, desséchée dans le vide sur P^2O^5, est pulvérisé et mis en suspension homogène dans 5cm³ d'eau distillée. Le mélange est introduit dans un tube à essai qu'on bouche au liège. On prépare ainsi 4 tubes que l'on maintient au thermostat à 40° respectivement pendant 1 heure, 2 heures, 4 heures, 6 heures (série A). Des tubes identiques, mais dans lesquels la suspension est additionnée de 0g,01 de cystine, sont également placés au thermostat à 40° (série B). Aux temps T, le dosage des dérivés sulfhydrylés est effectué après défécation à l'acide trichloracétique.

Durée de la digestion à 40° T.	Dérivés sulfhydrylés exprimés en mg de cystéine pour la prise d'essai. Série A.	Série B.	Cystéine en mg formée aux dépens de la cystine ajoutée.
0 heure	2,40	2,40	0
1 »	2,97	6,04	3,07
2 heures	3,03	6,87	3,84
4 »	3,21	7,68	4,47
6 »	3,21	7,68	4,47

L'eau de lavage de levure desséchée exerce une action réductrice ana-

logue vis-à-vis de la cystine, tandis que l'eau de lavage de levure fraîche est dépourvue de cette propriété. Cette constatation est en accord avec le fait que la levure, desséchée et lavée jusqu'à ce que les liquides de lavage ne donnent plus de réaction positive au nitroprussiate ammoniacal, ne possède plus de pouvoir réducteur vis-à-vis de la cystine.

Cette différence d'action est mise en évidence dans l'expérience suivante : on met en suspension, dans 5^{cm^3} d'eau, 1^g de levure de bière fraîche (I), ou la quantité correspondante de levure desséchée dans le vide (II), ou desséchée et lavée (III). Ces trois suspensions sont placées au thermostat à 40° (série A), en même temps que des suspensions identiques additionnées chacune de $0^g,01$ de cystine (série B). Au bout de 2 heures, les mélanges sont centrifugés et les liquides limpides sont additionnés de 5^{cm^3} d'acide trichloracétique à 20 pour 100 et soumis au titrage iodométrique des dérivés sulfhydrylés.

Dérivés sulfhydrylés en milligrammes de cystéine.

Série A.			Série B (série A + $0^g,01$ cystine).		
I (levure fraîche).	II (levure sèche).	III (levure sèche et lavée).	I (levure fraîche).	II (levure sèche).	III (levure sèche et lavée).
0	0,96	0	0	1,36	0

Conclusion. — Ces données étendent à la levure de bière les constatations que nous avons antérieurement faites avec le tissu hépatique, à savoir que les dérivés sulfhydrylés ne sont libérables de leur combinaison qu'à la suite d'un traumatisme entraînant la mort de la cellule.

PHYSIOLOGIE. — *Les deux chronaxies du cœur mesurées sélectivement suivant la direction du courant électrique.* Note de Mlle **Catherine Veil** et M. **Adalbert Van Bogaert**, présentée par M. Louis Lapicque.

Au cours d'expériences sur le cœur de la grenouille, *in situ*, mis à nu par incision du thorax sur sa paroi médiane, nous avons été frappés incidemment par les faits suivants :

Une électrode, l'anode, est dans la bouche de l'animal, l'autre électrode, la cathode, représentée par un mince fil d'argent chloruré, est piquée dans la pointe du ventricule. Le cœur occupe une positive normale et, par conséquent, les deux électrodes sont dans l'axe du cœur. La détermination de la chronaxie, en prenant comme réaction l'extrasystole suivie d'un repos, donne

régulièrement les chiffres bien connus de la chronaxie ventriculaire. On déplace la pointe du ventricule de façon à l'amener au niveau de l'articulation du bras avec l'épaule, côté droit ou côté gauche. L'électrode diffuse demeure dans la bouche. L'électrode différenciée est toujours piquée à la pointe du ventricule. La chronaxie, déterminée de la même manière, donne un chiffre au moins deux fois aussi grand que le précédent.

Les mêmes résultats sont encore obtenus de la façon suivante. Le cœur, comme à la première détermination, occupe une position normale. Une électrode est à la pointe du ventricule, l'autre à peu près au niveau de l'articulation de l'épaule. On obtient chaque fois la grande chronaxie.

Nous n'avons jamais trouvé que deux valeurs de chronaxie, une petite et une grande, et entre les deux, pas d'intermédiaire. Le rapport de ces deux valeurs est celui qui existe entre la chronaxie du ventricule et celle du Faisceau de Gaskell (1). De plus nous avons directement établi que la grande chronaxie était égale à celle trouvée sur le même animal en appliquant directement sur le Faisceau de Gaskell l'électrode différenciée. Autrement dit, la petite chronaxie est celle du myocarde, la grande, celle du Faisceau de Gaskell.

La condition commune aux expériences décrites ci-dessus est le sens des lignes de force du courant. Si ce sens est transversal par rapport à la longueur du Faisceau de Gaskell, il est possible de déterminer à distance, au moyen de deux électrodes considérées comme diffuses, la chronaxie de celui-ci. Si le sens des lignes de force est parallèle à la direction du Faisceau de Gaskell ou oblique par rapport à cette direction, ce sont les fibres myocardiques qui répondent à l'excitation. L'expérience est encore plus nette si l'on pique deux électrodes semblables de part et d'autre du sillon auriculo-ventriculaire.

	Rhéobase en volts.	Chronaxie en microfarads.
Les deux électrodes sont piquées de part et d'autre du sillon auriculo-ventriculaire	1	0,8
Une électrode demeure en place, l'autre est piquée à la pointe du ventricule	2	0,4
Les deux électrodes sont piquées dans le ventricule.	1,4	0,4
L'électrode négative pique directement le Faisceau de Gaskell. L'électrode positive dans la bouche.	2,5	0,70-0,80

Pourquoi cette condition paradoxale d'une ligne de courant transversal

(1) M. Lapicque et C. Veil, *Comptes rendus*, 163, 1916, p. 103.

permet-elle d'atteindre sélectivement le Faisceau de Gaskell ? Nous ne l'expliquons pas et nous contentons de signaler l'existence du fait empirique. Fait que nous avons retrouvé sur le cœur du chien.

Nos premières recherches sur le chien ont été entreprises, thorax ouvert. Une première détermination de chronaxie est faite en piquant deux électrodes semblables de part et d'autre du sillon auriculo-ventriculaire. Une deuxième après avoir laissé l'une quelconque des électrodes en place et mis l'autre à la pointe du ventricule. Les résultats d'une des expériences donnent par exemple $0^{\mathrm{mf}},20$ pour le premier cas, $0^{\mathrm{mf}},45$ pour le deuxième.

Ce fait empirique doit permettre de déterminer, sans ouvrir le thorax, l'excitation sélective de myocarde ou du Faisceau de Gaskell-His selon la position des électrodes. Et en effet sur un chien légèrement morphiné, deux électrodes semblables, représentées chacune par un long fil d'argent, sont introduites à travers la peau, au niveau des deux extrémités symétriques droite et gauche du sillon auriculo-ventriculaire.

Nous avons repéré que celui-ci, le chien étant étendu sur le dos, correspond au quatrième espace intercostal. La chronaxie est celle du Faisceau de Gaskell-His. L'une quelconque des électrodes reste en place, l'autre est placée dans la région de la pointe ventriculaire. La chronaxie est celle du myocarde.

Cette expérience paraît entièrement inoffensive pour les animaux, qui survivent indéfiniment.

PHYSIOLOGIE. — *Variations de la chronaxie en fonction de la posture chez l'homme.* Note de MM. **H. Laugier**, **W. Libersohn** et **B. Néoussikine**, présentée par M. L. Lapicque.

Les constatations que nous avons effectuées sur le rôle de la posture dans la diffusion centrale des excitations (1) nous ont conduits à rechercher systématiquement les variations de chronaxie (chronaxie de subordination de Lapicque), qui accompagnent les modifications dans la posture des membres. Quelques indications sommaires ont été données, dans certains cas pathologiques, sur cette question par G. Marinesco, O. Sager et

(1) B. Néoussikine et H. Laugier, *C. R. Soc. Biol.*, 105, 1930, p. 437-439.

A. Kreindler (1). Plusieurs séries de déterminations ont été effectuées, qui ont donné les résultats suivants :

A. *Étude sur le biceps.* — La chronaxie du biceps est mesurée au point moteur, dans deux positions du muscle, savoir : première position, relâchement complet du biceps par rapprochement de ses points d'insertion, l'avant-bras (demi fléchi sur le bras), reposant sur une table; deuxième position, hyperextension du biceps, le coude appuyé sur un support, l'avant-bras étendu sur le bras par un poids suspendu à la partie inférieure de l'avant-bras.

Les expériences, portant sur divers sujets, révèlent immédiatement de fortes différences individuelles dans l'action de la posture sur la chronaxie; ce fait n'a guère lieu de surprendre, si l'on admet, avec M. Lapicque, que le mécanisme de ces variations de chronaxie est un mécanisme réflexe. 17 expériences ont été effectuées; dans 6 expériences, la chronaxie n'a pas varié avec la posture; dans 5 expériences, la chronaxie a peu varié (diminution légère dans l'hyperextension); dans 6 expériences, la chronaxie a varié d'une façon importante (forte diminution dans l'hyperextension).

Les expériences intéressantes sont ces dernières où la variation est très nette. Voici les chiffres de l'une d'elles, où l'on constate cette diminution caractéristique de la chronaxie avec l'hyperextension du biceps, et d'autre part l'épuisement de cette variation au fur et à mesure que le temps s'écoule, comme si le mécanisme qui produit cette variation se fatiguait progressivement.

Expérience : Biceps gauche (les déterminations se suivent sans arrêt).

	Rhéobase (volts).	Chronaxie (microfarads).
Relâchement	38	0,012
»	38	0,012
Hyperextension	54	0,007
»	38	0,008
»	38	0,008
»	34	0,011
Relâchement	34	0,012
»	34	0,012

(1) G. Marinesco, O. Sager et A. Kreindler, *Archiv für Psychiatrie*, 90, 1930, p. 517-536.

B. *Étude sur deux groupes de muscles de fonctions antagonistes.* — L'étude est faite sur les muscles fléchisseurs et les muscles extenseurs des doigts; l'on observe, avec des différences individuelles, analogues à celles déjà signalées, le fait intéressant suivant; la variation de chronaxie est de sens inverse sur les groupes antagonistes, savoir :

L'hyperextension des fléchisseurs provoque une diminution de chronaxie de ces fléchisseurs, tandis que l'hyperextension des extenseurs provoque une augmentation de la chronaxie de ces extenseurs.

Expériences : A. *Fléchisseurs des doigts.* — 22 expériences, sur lesquelles 17 ont donné une variation nette, les 5 autres n'ayant pas donné de mouvement significatif de la chronaxie. Exemple :

	Rhéobase (volts).	Chronaxie (microfarads).
Relâchement (en demi-flexion).....	60	0,04
»	54	0,05
»	50	0,05
»	50	0,05
»	45	0,05
Hyperextension..................	52	0,03
»	48	0,03
»	40	0,03
»	40	0,03
»	45	0,03
Relâchement (en demi-flexion).....	38	0,03
»	36	0,03
»	36	0,05
»	38	0,05

B. *Extenseurs des doigts.* — 22 expériences sur lesquelles 16 ont donné une variation, les 6 autres n'ayant pas donné de mouvement significatif. Il est à noter que l'on observe des variations analogues sur les deux groupes de fibres à petite et à grande chronaxie, signalés (Bourguignon) dans les extenseurs. Exemples :

	Rhéobase (volts).	Chronaxie (microfarads).
Relâchement.....................	82	0,15
»	78	0,15
»	70	0,16
»	70	0,15
Hyperextension..................	74	0,24
»	71	0,24
»	69	0,25
»	71	0,24
Relâchement.....................	68	0,15
»	69	0,15

C. *Étude des variations de chronaxie sur un groupe antagoniste pendant les modifications de posture des agonistes.* — Les résultats expérimentaux peuvent être déduits des précédents. Les modifications de chronaxie d'un antagoniste pendant les variations de posture de l'agoniste sont celles que l'on peut prévoir, à la lumière des résultats ci-dessus décrits, et en tenant compte de la posture que prennent les antagonistes lorsque la posture de l'agoniste se modifie. C'est-à-dire que, pendant l'hyperextension des extenseurs, la chronaxie des fléchisseurs (alors en position relâchée) montre une tendance à la diminution.

ENTOMOLOGIE. — *Sur l'existence d'une génération estivale chez le Criquet pèlerin* (Schistocerca gregaria *Forsk.*). Note de MM. **Régnier** et **Lespes**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Jusqu'à une époque toute récente, on tenait pour certain que les criquets pèlerins éclos des pontes déposées par les migrateurs venus du Sud et arrivés à leur tour à l'état adulte, ne se reproduisaient pas dans les territoires au nord des chaînes atlantiques. Seul M. Abdel Méjid Mistikawy avait expérimentalement obtenu en Égypte en 1928 deux générations de ces descendants directs d'immigrants.

Nous avons repris cette année la question dans le Maroc septentrional, sur le littoral atlantique, en partant de pontes d'immigrants recueillies dans la nature.

Des œufs de *Schistocerca gregaria-gregaria* (phase migratrice pure) commençant à éclore furent placés le 5 mai dans de grandes cages spécialement aménagées et constamment surveillées. L'éclosion était achevée le 14 mai, et les criquets de cette éducation (très fortement décimée par l'*Empusa grylli*) se transformèrent en imagos du 15 juillet au 1er août. Ces imagos avaient la coloration rose habituelle, à l'exception de quelques-uns, qui se différenciaient par une teinte plus ou moins crème et des caractères permettant de les considérer comme des transitions vers la phase solitaire *gregaria-flaviventris*.

Le 1er août, la coloration jaune des adultes sexuellement matures fit son apparition et, du 5 au 6 août, tous les mâles étaient devenus jaunes et les femelles gris jaunâtre. Après une pariade de quelques jours des accouplements furent observés le 17 août et les pontes suivirent immédiatement. L'éclosion des œufs commença dès le 30 août, avec cette particularité que les deux tiers seulement des criquets nouveau-nés présentaient la coloration blanc sale normale, tandis que ceux de l'autre tiers étaient d'un vert franc,

ce qui est un caractère de transition vers *flaviventris*. La plupart de ces échantillons verts retournèrent d'ailleurs très vite au type *gregaria* noir verdâtre et noir, vraisemblablement sous l'influence du confinement dans les cages d'élevage, mais l'un d'eux conserva, au deuxième âge, de larges plages vert intense. (Nous n'avons pu préciser si ces jeunes à coloration anormale à la naissance provenaient des adultes chez lesquels nous avions relevé des caractères de transition vers *flaviventris*.)

Ces résultats confirment et étendent ceux obtenus par M. Abdel Méjid Mistikawy quant à l'existence d'une génération estivale, du *Schistocerca gregaria*, jamais observée jusqu'ici dans l'Afrique mineure proprement dite. Ils appellent quelques remarques :

D'abord l'extrême rapidité avec laquelle les imagos ont acquis la maturité sexuelle, caractérisée par le virage au jaune de la coloration primaire rose, maturation lente à se produire chez les individus composant les vols d'invasion et s'étendant peut-être sur plusieurs mois.

Ensuite, la brièveté de l'incubation des œufs pondus par ces descendants directs des immigrants : 13 jours constitue un minimum remarquable probablement en relation avec la température très chaude et l'hygrométrie nocturne élevée et constante de la seconde quinzaine d'août.

Enfin, il y a lieu de souligner que malgré des conditions de milieu bien différentes : région plus septentrionale, directement soumise à l'influence maritime, etc., la durée totale d'évolution, entre les éclosions des deux générations, s'est montrée égale à celle observée en Égypte, bien que l'état larvaire des parents, nés dans nos cages, se soit trouvé prolongé à 71 jours par suite de la température plutôt basse et de l'hygrométricité très élevée (maxima de 100 presque quotidiens) qu'ils ont eu à subir en juin et au début de juillet.

BIOLOGIE. — *Un nouveau type de cancer du poumon chez la Souris. Hérédité et Greffe*. Note de M. **L. Mercier**, présentée par M. F. Mesnil.

J'ai signalé (1929) (1) un nouveau type de cancer de la Souris auquel j'ai donné le nom de *lymphadénome massif du poumon* (1930) (2). Cette

(1) L. Mercier, *Dystrophies oculaires et tumeurs chez des Souris après une injection intrapéritonéale de goudron* (*C. R. Soc. Biol. de Paris*, **102**, 1929, p. 503).

(2) L. Mercier, *Lymphadénome expérimental de la Souris obtenu par injection intrapéritonéale de goudron de houille* (*C. R. Soc. Biol. de Paris*, **103**, 1930, p. 125).

forme de cancer est apparue dans une lignée obtenue d'un couple constitué le 16 avril 1926 et dont les conjoints ont reçu une injection intrapéritonéale de 0^{cm^3},5 de goudron de houille dilué dans de l'huile d'olive. Indépendamment de divers types de tumeurs, cette lignée a présenté toute une série de dystrophies : malformations oculaires, alopécie partielle, nanisme, stérilité fréquente, etc.

La présente Note a pour but de préciser les conditions dans lesquelles apparaît le lymphadénome massif du poumon et de montrer qu'il est possible de le greffer.

Conditions d'apparition du lymphadénome massif du poumon. — Le premier cas a été constaté le 30 mai 1929; depuis cette date, j'ai observé 9 autres cas, ce qui donne un total de 10 cas. Parmi ceux-ci, 4 se sont manifesté spontanément et 6 à la suite d'injections intrapéritonéales de goudron. Les lymphadénomes sont apparus chez des Souris âgées de 8 à 11 mois; leur développement ne semble pas plus précoce chez les Souris injectées que chez celles n'ayant pas reçu d'injection. Si les résultats laissent supposer une action oncogène de certaines substances du goudron, il est permis de penser que celles-ci agissent à la façon d'agents catalytiques.

Indépendamment des 10 cas de lymphadénome, ma lignée de Souris a présenté deux autres types de tumeurs : un carcinome de la glande mammaire, de nombreux cas d'épithélioma du poumon. Elle possède donc le tempérament cancéreux. Tout porte à croire que le lymphadénome lui aussi est héritable; mais du fait que sur 104 Souris (36 ayant reçu une injection intrapéritonéale de goudron) dont la durée de vie a été d'un an environ, je n'ai observé que 10 cas de cette tumeur, j'admets que l'état cancéreux est dominé par l'état réfractaire normal.

Contrairement à ce que j'ai pensé pendant un certain temps (1929, *loc. cit.*), les mâles peuvent être atteints de lymphadénome. En effet, sur les dix cas observés, deux se sont manifestés chez des mâles et huit chez des femelles. Cependant, le nombre des femelles atteintes étant très nettement supérieur à celui des mâles, il est possible que celles-ci possèdent un terrain plus favorable au développement du cancer.

La greffe du lymphadénome. — Alors que Haaland (1905) [1] n'a pu réaliser la greffe du lymphome malin malgré de nombreuses tentatives, j'ai réussi la greffe du lymphadénome massif du poumon sous la peau de souris de ma lignée. Les greffes ont été pratiquées au trocart, dans le tissu conjonctif sous-cutané de l'un des flancs; en trois semaines, elles atteignent le

---

[1] HAALAND, *Les tumeurs de la Souris* (*Ann. Inst. Pasteur*, 19, 1905, p. 165).

volume d'une grosse noisette ou d'une petite noix. Les greffes conservent la structure histologique primitive qui est celle d'un énorme ganglion lymphatique.

Le donneur de greffons était un mâle atteint de lymphadénome spontané; 16 souris ont été greffées le 21 octobre. Le 23 novembre, j'ai compté 15 prises dont 4 ne se sont développées que tardivement : les 11, 22 et 23 novembre. D'autre part, un mâle qui présentait le 8 novembre une tumeur du volume d'un haricot l'a résorbée complètement par la suite. Les Souris ayant pris la greffe ont été opérées, mais quatre ont présenté des récidives.

Ce premier résultat laisse supposer que les Souris de mon élevage constituent une lignée donnant à la greffe un pourcentage élevé de prises.

En résumé, le lymphadénome massif du poumon de la Souris est un véritable cancer par ses caractères histologiques, par son issue fatale et parce qu'il est susceptible d'être greffé. Dans ma lignée de Souris, le lymphadénome spontané correspond à un état récessif. Par contre, mes Souris sont presque toutes sensibles à la greffe : il est possible que la prise soit dominante sur la non-prise.

PARASITOLOGIE. — *Parasitisme latent de l'*Ixodiphagus caucurtei *chez les larves gorgées et les nymphes à jeun de divers ixodinés* (Ixodes ricinus *et* Rhipicephalus sanguineus). Note de M. **E. Brumpt**, présentée par M. P. Marchal.

Trois espèces d'hyménoptères parasites ont été découvertes jusqu'à ce jour chez les nymphes d'ixodinés. La première espèce a été observée par L. O. Howard, en 1907 dans des nymphes d'*Hæmaphysalis leporispalustris* au Texas, c'est l'*Ixodiphagus texanus*, la seconde, nommée *Hunterellus hookeri*, décrite par le même auteur en 1908, a été observée d'abord dans des nymphes de *Rhipicephalus sanguineus* du Texas puis dans des nymphes de *Dermacentor parumapertus marginatus* de Californie. La troisième espèce a été découverte par moi à Fontainebleau et à Chantilly chez des nymphes d'*Ixodes ricinus* et d'*Hæmaphysalis concinna;* elle a été décrite par Du Buysson sous le nom d'*Ixodiphagus caucurtei*. La première espèce n'a jamais été retrouvée et l'on ignore tout de sa biologie. La seconde est connue, elle existe aux États-Unis, en Mozambique (C. W. Howard, 1909); elle a été observée au Brésil (da Costa Lima, 1915) et je l'ai obtenue de nymphes de *R. sanguineus* de la Guadeloupe. Cette espèce semble difficile à élever (H. P. Wood); cependant, tout récemment, Cooley semble avoir pu obtenir des élevages assez prospères. Il semble acquis, depuis les pre-

mières expériences que j'ai instituées de 1911 à 1913, que l'*Ixodiphagus caucurtei* est l'espèce la plus ubiquiste et la plus facile à élever en suivant des techniques très simples. Elle est actuellement acclimatée aux États-Unis depuis son importation par mon collaborateur F. Larrousse.

Au cours de mes premières recherches je n'ai jamais réussi à faire piquer par ce parasite des larves gorgées ou des tiques adultes, même appartenant à de petites espèces; aussi ai-je été surpris des faits observés à Rennes en 1918, au cours de ma seconde série d'expériences, en partant d'*Ixodiphagus* de Normandie. J'avais récolté, le 6 juin 1927, à Pont-Hebert (Manche), sur une vache (254/IV) atteinte de piroplasmose à *P. bovis*, 74 nymphes d'*Ixodes ricinus*, dont 23 se montrèrent infectées par l'*Ixodiphagus caucurtei*. Le 29 juillet 1917, 8 ou 10 *Ixodiphagus* venant d'éclore sont déposés sur un cobaye (286/IV) infesté expérimentalement par des larves et des nymphes d'*Ixodes ricinus* et par des nymphes d'*Ixodes hexagonus*. Le 31 juillet et le 1er août, plusieurs centaines de larves d'*Ixodes ricinus* sont récoltées, mises en tubes d'élevage et conservées à la température ordinaire. Des nymphes, écloses le 4 septembre suivant, furent conservées, jusqu'au 24 février 1918, à des températures variant entre 6° et 15°. A cette dernière date, les nymphes sont placées sur une vache et 109 exemplaires gorgés sont récoltés du 1er au 4 mars 1918. Six semaines plus tard, en examinant les tubes, je constate que 8 nymphes étaient parasitées par des *Ixodiphagus*. Ce fait me sembla si insolite que je ne voulus rien publier avant d'avoir eu l'occasion de refaire une expérience identique, pour voir s'il était possible que ce parasite puisse rester à l'état latent pendant 173 jours chez des nymphes à jeun, ne montrant aucune apparence de parasitisme.

Les circonstances ne me permirent pas de recommeucer les expériences à cette époque, mais le même fait a été constaté, après une latence de 83 jours, par Cooley et Kohls en 1928. Ils avaient obtenu ce résultat en infectant des larves de *Dermacentor andersoni* par des *Ixodiphagus caucurtei*, introduits aux États-Unis par le Dr F. Larousse. Je fis donc le nécessaire pour avoir de nombreux élevages de divers Ixodinés et je pus instituer les expériences dont je donne un court résumé ci-dessous.

Expérience 12/XII. — De nombreuses larves hexapodes de *Rhipicephalus sanguineus* sont placées sur deux hérissons à Porto Vecchio (Corse) le 1er août 1930. Les larves sont récoltées du 4 au 7 août et mises par lots de 50 à 100 dans des tubes dans lesquels sont lâchés des *Ixodiphagus caucurtei*, éclos depuis quelques instants ou depuis vingt-quatre heures. Les tubes sont exposés au soleil et je constate que les hyménoptères s'attaquent de suite à de nombreuses larves qui, comme les nymphes gorgées, ne semblent nullement incommodées par la pénétration de la tarière dans

leur corps et continuent à se déplacer pour chercher un endroit obscur pour s'abriter. Les larves, comme les nymphes, ne montrent donc aucune trace de paralysie et d'autre part les *Ixodiphagus* ne profitent pas de leur ponte pour se nourrir, comme cela a été signalé chez divers parasites du même groupe.

Ces larves, piquées ou non, sont conservées à la température du laboratoire variant entre 23 et 30° C.; le 15 août, presque toutes les larves ont mué et le 20 les tubes ne renferment que des nymphes écloses et des larves mortes et desséchées. Un certain nombre de nymphes rapportées à Paris sont placées le 2 octobre, soit 59 jours après le début de l'expérience, sur un hérisson (Exp. 1237/XI). Du 6 octobre au 12 octobre, environ 400 nymphes sont récoltées et mises dans une étuve à 25°. Le 28 octobre on observe 53 pour 100 de nymphes parasitées sur 250 nymphes vivantes et le 6 novembre, soit un mois après le début de la récolte des nymphes gorgées, les premiers *Ixodiphagus* éclosent. Il est intéressant de constater que, dans ce cas d'infection latente des nymphes, la durée de l'évolution est identique à celle observée chez les nymphes gorgées piquées par ces parasites.

Expérience 95/XI. — Le 26 octobre 1930, un nouveau lot de larves, piquées par des *Ixodiphagus* du 4 au 7 août 1930 (Exp. 12/XII), est placé sur un hérisson. Du 31 octobre au 5 novembre, il est récolté 290 nymphes environ. Ces dernières sont mises à l'étuve à 25°; le 7 novembre, aucune nymphe n'est encore visiblement parasitée et la première est récoltée le 9. Le 17 novembre, on compte 34 nymphes parasitées, 63 non parasitées et de nombreuses tiques mortes et desséchées. Cette expérience, faite 83 jours après la piqûre des larves, montre l'intérêt pratique de ce phénomène de latence pour conserver longtemps les *Ixodiphagus* dans le laboratoire et pour les expédier au loin avec facilité.

Expérience 1155/XI. — Le 3 septembre, des *Ixodiphagus* sont lâchés dans un sac de toile renfermant un hérisson infecté par des larves hexapodes provenant d'adultes 1073/XI. Les larves gorgées sont récoltées du 4 au 8 novembre et mises à l'étuve à 25° C. Les nymphes qui naquirent dans les délais habituels furent divisées en deux lots. L'un d'eux servira à étudier la longévité de l'infection latente chez les tiques et le second a été utilisé le 30 octobre, soit 37 jours après l'infection des larves sur le hérisson (Exp. 101/XII). Les nymphes, récoltées du 4 au 8 novembre, sont placées à 25° C. et triées le 17 novembre; elles montrent 46 nymphes parasitées, 43 non infectées et 15 mortes et desséchées. Le taux de parasitisme sur le hérisson n'est donc pas supérieur à celui observé dans les infections faites en tubes (Exp. 12/XII et 1237/XI).

Des expériences en cours me permettront peut-être d'établir quelques-unes des causes physico-chimiques susceptibles d'expliquer ces curieux phénomènes de parasitisme latent ainsi que les raisons pour lesquelles des nymphes et des adultes de certaines espèces d'Ixodinés piquées ne se montrent pas parasitées dans la suite.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Le tryptophane et l'histidine sont des acides aminés hématogènes.* Note de MM. **Georges Fontès** et **Lucien Thivolle**, présentée par M. A. Desgrez.

On sait que le tryptophane est un acide aminé indispensable à la croissance et au maintien du poids et qu'il n'est ni glycoformateur ni cétogène. On peut se demander si au moins l'une des raisons pour qu'il en soit ainsi n'est pas que la phénylpyrrolalanine représente le précurseur du noyau tétrapyrrolique de l'hémoglobine. En effet, les pertes en noyaux pyrrols sont constantes (pigments biliaires, urobiline, stercobiline, porphyrines) et aucun de ces pigments, pas plus que l'hématine ou l'hémoglobine, directement introduits dans l'organisme, n'ont la moindre action hématogène. Il faut donc que la synthèse du groupement prosthétique de l'hémoglobine s'effectue par des voies chimiques autres que celles du noyau tétrapyrrolique préformé, mais toutefois grâce au noyau pyrrol que l'organisme paraît impuissant à fabriquer lui-même.

Or, parmi les constituants de nos aliments, seuls la proline, l'oxyproline et le tryptophane sont vecteurs de ce noyau hétérocyclique.

La proline et l'oxyproline n'étant indispensables ni au maintien du poids ni à la croissance, et étant au surplus glyformatrices, n'ont certainement aucun rôle comme précurseurs du groupement tétrapyrrolique sanguin. Reste donc à envisager le tryptophane.

D'autre part, parmi les constituants de la globine, existe en abondance (10 pour 100 de la molécule) un acide aminé : l'histidine (ou imidazylananine) qui n'est ni glycoformateur ni cétogène, qui possède le noyau de l'imidazol dont l'organisme supérieur paraît impuissant à faire la synthèse et qui, au surplus, semble être sinon rigoureusement indispensable, du moins utile à la croissance.

En somme, la situation métabolique spéciale de l'histidine et du trytophane pourrait être due au fait que l'organisme ne les détruit pas ou ne les détruit que parcimonieusement, après avoir assuré son plein ravitaillement en groupement prosthétique et en noyau noble du groupement protéique du chromoprotéide sanguin.

S'il en est ainsi, il est évident que l'introduction certaine dans l'organisme (par injections sous-cutanées) de l'un ou l'autre de ces deux acides aminés, en supplémentation d'une ration même libérale, devra être suivie par une augmentation du taux de l'hémoglobine sanguine et, si cette hémoglobine

est la partie la plus spécifique du globule rouge, par une augmentation du nombre des hématies.

C'est ce que vérifie l'expérimentation sur le Lapin et sur le Chien en équilibre, avec une ration alimentaire invariable et recevant ensuite par jour 100mg de tryptophane ou 200mg d'histidine sous la peau.

Les augmentations enregistrées sont :

1° *Pour le tryptophane :*

A. Chez le Lapin (après 1 semaine d'injection). — Hémoglobine, 6 pour 100; hématies 1 c40000

B. Chez le Chien (après 3 semaines d'injection). — Hémoglobine, 10,5 pour 100; hématies, 820000.

2° *Pour l'histidine :*

A. Chez le Lapin (après 1 semaine d'injection). — Hémoglobine, 13 pour 100; hématies, perte de 300000.

B. Chez le Chien (après 3 semaines d'injection). — Hémoglobine, 4 pour 100; hématies, 1045000.

Ces augmentations tendent à disparaître en quelques semaines.

Mais le calcul démontre que, pour assurer la synthèse d'une molécule d'hémoglobine (que celle-ci ait un P. M. de 16000, avec une globine pour une hématine, ou un P. M. de 67000 avec 4 hématines pour une globine), il faut mettre en œuvre sensiblement 1 partie de tryptophane pour 2 d'histidine. De fait, l'expérimentation conduite comme ci-dessus, mais avec une injection simultanée quotidienne de 100mg de tryptophane + 200mg d'histidine (Chien) et 20mg de tryptophane + 40mg d'histidine (Lapin), amène des résultats très supérieurs à ceux provoqués par chaque acide aminé isolément et qui se développent encore après la fin des injections.

Les augmentations obtenues sont, par rapport à la période initiale, normales :

1° *Pour le Lapin :*

A. Après 1 semaine d'injections. — Hémoglobine, 4 pour 100; hématies, 627000.

B. Deux semaines après la fin des injections. — Hémoglobine, 12,7 pour 100; hématies, 1512000.

2° *Pour le Chien :*

A. Après 3 semaines d'injections. — Hémoglobine, 25,5 pour 100; hématies, 2078000.

B. Sept semaines après la fin des injections. — Hémoglobine, 7,5 pour 100; hématies, 3660000.

D'autres acides aminés : leucine, lysine, phénylalanine n'ont pas d'action hématopoïétique.

Il est donc certain que la supplémentation d'un organisme en trypto-

phane et en histidine (en quantités équilibrées) crée, de façon durable, un état d'hyperhémoglobinémie et d'hypérérythrocytose.

Ce fait trouve sa confirmation dans des expériences de carence poursuivies sur le rat. Les animaux reçoivent une alimentation exclusivement carencée en tryptophane et en histidine (gélatine supplémentée en cystine, beurre, sucre, sels d'Osborne, vitamines A, B et C, cellulose). Chez tous les animaux s'enregistre une notable baisse continue de l'index hémoglobinique (52 pour 100 dans une première série et 28 pour 100 dans une seconde).

Quant aux globules rouges, leur nombre commence à augmenter comme dans tous les cas d'inanition sévère et, le plus souvent, la mort survient avec une diminution du nombre des hématies de l'ordre de 1000000 par rapport à la période normale. Toutefois, quand la survie est un peu plus longue, la baisse du nombre des hématies est de l'ordre de 3500000 (toujours par rapport à la période normale) et les animaux présentent une valeur globulaire voisine de l'unité ou supérieure à elle.

Dans tous les cas, de très fortes chutes du poids sont enregistrées.

La gélatine étant très riche en proline et en oxyproline, il est bien prouvé que ces deux acides aminés n'ont aucun rôle hématopoïétique.

En résumé, de telles expériences de supplémentation et de carence démontrent que le substratum chimique essentiel de l'hématopoïèse est représenté par le tryptophane et par l'histidine, ce qu'objective la dénomination d'*acides aminés hématogènes* proposée pour ces deux protides.

ZOOLOGIE. — *Formation des spermatophores non pédonculés des crustacés décapodes.* Note de M[lle] **S. Mouchet**, présentée par M. F. Mesnil.

Les spermatophores pédonculés se rencontrent chez les Pagures et les Galathées; ils sont compliqués par leur forme, le nombre et la nature des sécrétions qu'ils comportent et la variété des processus mécaniques, histologiques et cytologiques indispensables à leur formation.

Les spermatophores non pédonculés sont ceux des Oxystomes et des Crabes proprement dits. Ils sont, contrairement aux précédents, constitués d'une façon très simple et leur genèse a lieu, pour toutes les espèces, suivant des procédés à peu près analogues.

Un spermatophore non pédonculé est toujours constitué d'une masse spermatique entourée d'une capsule close sphérique ou ovoïde. L'élaboration d'un tel corps comprend, on le devine, la séparation de gouttelettes

de sperme à partir du flux de spermatozoïdes qui vient du testicule et la sécrétion d'une substance donnant la capsule.

C'est dans une région limitée du canal déférent que les processus ont lieu simultanément. Peu après l'endroit où se fait la transition entre le testicule et l'origine du canal déférent, on distingue une zone où les contractions musculaires sont intenses et contribuent moins à faire circuler le contenu qu'à le scinder en gouttes successives. Dans une zone dont la longueur varie, suivant les espèces, de $0^{cm},2$ à 1^{cm}, on peut distinguer des points où les contractions ont le maximum d'intensité. Ces contractions déterminent dans la masse spermatique du canal des interruptions qui isolent autant de masses successives. A cette activité musculaire, se superpose l'activité glandulaire de l'assise interne du canal, de telle sorte que chaque intervalle entre deux masses consécutives de sperme se remplit de la substance sécrétée. C'est donc une véritable cloison qui s'interpose. Le mouvement de progression du flux spermatique, combiné avec celui de scission transversale, détermine une rotation des masses isolées qui finissent par s'entourer complètement de la substance sécrétée. On aboutit ainsi à des corps arrondis formés de sperme entouré d'une gaine qui, d'abord très déformable, durcit peu à peu. Les spermatophores sont ainsi élaborés.

Leur formation est liée, on le voit, à la présence dans la paroi du canal de fibres musculaires transversales et longitudinales. Leur contraction provoque des mouvements dont la résultante amène la rotation des masses spermatiques et par suite leur isolement les unes des autres.

Il y a lieu de distinguer trois cas, suivant le diamètre du canal au niveau où a lieu la fragmentation du flux spermatique.

Premier cas. — Le diamètre interne du canal déférent est plus grand que le diamètre maximum d'un spermatophore. C'est ce qui a lieu chez *Pisa tetraodon*, *Macropodia rostrata*, *Cancer pagurus*, *Carcinus mœnas*.

L'action mécanique de la couche musculaire, s'exerçant surtout sur la partie périphérique du cylindre spermatique, les spermatophores se constituent d'abord contre la paroi, tandis que, suivant l'axe, se prolonge encore quelque temps le flux de sperme brut continu. La rotation des masses déjà individualisées s'amortit au contact de ce sperme, et déjà il en résulte des mouvements assez irréguliers. On comprend que ce processus de formation entraîne une grande variété dans la taille et la forme des spermatophores. La taille varie entre deux limites extrêmes; la forme est tantôt celle d'un fuseau très allongé, tantôt d'une sphère à peu près parfaite, et tous les intermédiaires existent entre ces types extrêmes; il est donc impossible de définir un type unique caractéristique de l'espèce.

Deuxième cas. — Le diamètre interne du canal déférent est égal au diamètre externe de l'un d'eux. Ce groupe comprend les *Portunus : P. holsatus*, *P. depurator*, *P. pusillus*, *P. arcuatus*.

Le canal déférent qui amène le sperme du testicule est ici étroit. Le jeu des contractions transversales se faisant sentir jusqu'à l'axe détermine dans le flux continu de sperme une succession de coupures complètes à intervalles à peu près égaux. Il se forme donc une file unique de masses contiguës, qui, poussées par les contractions longitudinales du canal, sont en même temps animées d'un mouvement de rotation à la faveur duquel elles peuvent s'enrober de la substance sécrétée par la paroi. Il n'y a formation, à un instant donné, que d'une seule capsule à la fois par un débit analogue à celui d'un compte-gouttes et chaque masse est calibrée suivant les dimensions mêmes du canal.

De sorte que, si le processus d'élaboration est foncièrement analogue à celui des crabes précédemment étudiés, il faut cependant remarquer qu'ici la succession en chapelet, jointe à un calibrage régulier, rappelle la disposition que l'on a vue chez les Pagures.

Troisième cas. — Le diamètre interne du canal est légèrement supérieur à celui d'un spermatophore achevé. C'est le cas d'*Eurynome aspera*.

Il ne peut y avoir ici calibrage des ampoules une à une. Elles se forment par deux à la fois. Une première scission de la colonne spermatique se produit comme dans le cas des *Portunus*, isolant des masses égales et successives. Chacune de ces masses représente deux spermatophores qui s'individualisent bientôt l'un de l'autre par l'apparition d'une scission suivant un plan diagonal que le jeu de la paroi musculaire du canal fait apparaître dans chacune d'elles. Alternativement obliques dans un sens et dans l'autre, les intervalles résultant de ces deux scissions successives jalonnent une même surface de vis et tout se passe comme s'il se produisait dans le flux spermatique une coupure hélicoïdale. Chaque masse isolée, d'abord vaguement tétraédrique, s'arrondit peu à peu et constitue finalement un spermatophore sphérique. Un état analogue à celui des *Portunus* est ainsi réalisé par un processus plus compliqué.

On peut signaler en dernier lieu que chez *Ethusa mascarone* les spermatophores sont si gros qu'ils circulent l'un derrière l'autre dans toute la longueur du canal déférent jusqu'à l'orifice génital.

Le meilleur moyen pour examiner la zone d'élaboration des spermatophores et pour assister à la formation de l'un d'eux est de disséquer le crustacé vivant. Il est remarquable que la survie du canal déférent est très grande; elle se manifeste par l'activité musculaire. En observant pendant

un temps suffisant là région où ont lieu les contractions transversales, on peut voir le sperme arriver, se fragmenter en masses successives qui s'isolent progressivement les unes des autres, en s'entourant de la substance sécrétée par la paroi du canal. On peut ainsi prendre sur le fait la genèse d'un spermatophore non pédonculé; tandis que, chez les Pagures, on est obligé de comparer entre eux des spermatophores pédonculés à divers stades de développement pour en induire l'évolution de l'un quelconque d'entre eux.

Il résulte de ce fait que la simplicité et la rapidité du mode de formation des spermatophores non pédonculés expliquent et conditionnent leur présence en nombre énorme dans un canal déférent donné. Inversement, la complexité de structure et d'élaboration des spermatophores pédonculés est liée à leur moins grande abondance, mais aussi à la plus grande précision d'une forme immuable. On peut toujours déterminer un Pagure par le simple examen d'un de ses spermatophores, tandis que l'étude morphologique d'un spermatophore non pédonculé ne permet de rien inférer sur son origine.

Il semble donc qu'à ce point de vue les Pagures soient plus parfaits que les Crabes et les Oxystomes.

ZOOLOGIE — *La vraie nature de* Dogelia malayana, *prétendu Cténophore aberrant de l'océan Indien.* Note de M. **C. N. Dawydoff**, présentée par M. M. Caullery.

En 1904, Pedaschenko (*Trav. Soc. Imp. Natur.,* Saint-Pétersbourg) découvre à Wijnkoopsbai, près Tjilatjap (côte sud de Java), un Cœlentéré pélagique d'aspect curieux et, malgré l'absence de palettes natatoires, l'auteur en fait un Cténophore aberrant, d'un nouvel ordre et crée, pour lui, le genre *Dogelia* (*D. malayana* Ped.). Son aspect est étrange. On croirait qu'un système gastro-vasculaire de Cydippide s'est détaché du corps avec le statocyste et flotte librement. Mais l'étude histologique y découvre un épiderme et une mince couche mésogléenne qui, dans la région aborale du corps, se moulent sur chaque canal méridien et même sur les canaux interradiaux et transverses qui se rendent à l'entonnoir.

Jusqu'à présent, on n'avait pas revu cet organisme énigmatique. En fin septembre 1929, je trouvai, dans le plancton de la baie de Nhatrang, deux échantillons d'un petit Cténophore, dont l'aspect insolite me frappa et je pensai de suite au *Dogelia* de Pedaschenko, que j'avais pu voir à Saint-

Pétersbourg. Il y avait toutefois une différence capitale. Mes exemplaires montraient des côtes méridiennes parfaitement développées, attestant leur qualité de Cténophores. Leur étude me conduit à envisager l'existence de *Dogelia* — en tant que forme autonome — avec quelque scepticisme. En effet, mes exemplaires semblent bien être en phase de régression. Pour plus ample informé, je ne manquai pas d'examiner tous les Cténaires récoltés dans le plancton. Je puis maintenant justifier mes doutes. En octobre 1929, je capturai un exemplaire du même organisme, mais dépourvu de toute trace de palettes natatoires. Son identité avec *Dogelia* ne semble pas douteuse. Par la suite, j'eus maintes fois l'occasion d'observer des Cydippides, typiques, toujours de petite taille, appartenant à différentes espèces, rejetant graduellement leurs palettes. Chaque côte méridienne tombe d'un seul bloc et, pendant quelque temps, continue à mener une vie indépendante ([1]).

Je pense donc avoir quelque raison de conclure que le prétendu *Dogelia malayana* de l'océan Indien ne justifie aucunement la création d'un ordre nouveau dans le sous-embranchement des Cténophores. Il n'y a pas même lieu d'en faire un genre particulier. En effet, il ne s'agit pas d'un organisme indépendant. C'est simplement le résultat (ou une phase) de la régression d'un Cténophore Cydippide quelconque, sous l'influence de certaines conditions réalisées dans le milieu extérieur.

Il est très difficile, sinon impossible, de préciser les conditions de la transformation d'un Cydippide en *Dogelia*. Je suis assez porté à les rechercher dans des changements brusques du régime hydrologique, qui se produisent dans la zone côtière de la mer de Champa (mer d'Annam) pendant la saison des pluies. Cette dernière coïncide, dans ces parages, avec la période de mousson du Nord-Est (de fin octobre à mai et même, pratiquement, depuis la fin septembre). Alors les rivières apportent dans la mer une quantité énorme d'eau douce, qui détermine des changements radicaux dans le régime hydrologique du littoral d'Annam. Pour le moment, on ne peut malheureusement préciser ces modifications, tant au

---

([1]) Des côtes méridiennes isolées vivaient dans mes cristallisoirs, pendant trois jours seulement; mais je ne doute pas que, dans de meilleures conditions (aquarium à eau bien aérée ou courante), on puisse prolonger l'expérience. J'ai pu constater que les rangées tombées de palettes natatoires ont tendance à acquérir une certaine individualité. En trois jours, ces rangées entières, ou les palettes résultant de leur dissociation, se transforment en des êtres d'aspect fort bizarre et bien capables de troubler un naturaliste non prévenu. Il n'est pas sans intérêt de signaler cette source de malentendus regrettables.

point de la composition chimique de l'eau qu'à celui de ses qualités physiques. La dessalure est évidente. On peut aussi supposer un appauvrissement en oxygène. Ce seraient là des conditions fort désavantageuses pour la vie des organismes pélagiques.

Le fait est que, pendant la période d'octobre à mai, le plancton animal de la baie de Nhatrang s'appauvrit fortement; la plupart des organismes disparaissent complètement; les autres deviennent beaucoup moins nombreux. D'autres encore présentent parfois des modifications morphologiques qui ne sont pas sans offrir certaines analogies avec la régression des Cténophores. Ainsi, on voit souvent des *Sagitta* ayant perdu leur ganglion ventral, qui s'est détaché du corps et est tombé. Des Salpes solitaires subissent une régression complète, se transformant en simples sacs porteurs de stolons métamérisés ou de très courtes chaînes de Salpes agrégées (ces dernières restant indemnes de toute régression).

La question demande sans aucun doute des études détaillées longues et minutieuses. Toutefois mes observations, tout occasionnelles, ne sont pas, semble-t-il, sans valeur pour l'orientation de futures recherches.

ZOOLOGIE. — *Sur la fécondation de l'éponge siliceuse* Cliona viridis *Schmidt*. Note de Mlle **Odette Tuzet**, présentée par M. M. Caullery.

Les travaux de M. J. Bronté-Gatenby (*Journ. Linn. Soc.*, 34, 1920; *Quart. Journ. micr. Sci.*, 71, 1927) ont fait connaître les processus tout à fait spéciaux de la fécondation chez les éponges calcaires. L'œuf qui, en passant ou non par le stade amœbocyte, dérive des choanocytes, vient se placer entre deux corbeilles, en dessous de l'épithélium collaire. Un spermatozoïde, charrié par les courants inhalants, entre dans un choanocyte situé au-dessus de l'œuf. Ce choanocyte perd sa collerette, son flagelle et devient amœboïde; il passe à travers la membrane basale de l'épithélium flagellé, déprime la surface de l'ovocyte. Une continuité protoplasmique s'établit entre les deux cellules et le spermatozoïde est porté passivement dans l'œuf par des courants cytoplasmiques.

Ces phénomènes si particuliers avaient été vus en partie et figurés par M. Jörgensen (*Arch. f. Zellforschung*, 4, 1910) qui ne les avait pas compris. Il interprétait le spermatozoïde comme un chromidium. C'est à J. Bronté-Gatenby que revient le mérite d'avoir décrit ce curieux processus d'une façon complète. Depuis, aucun travail, semble-t-il, n'a été fait sur la fécondation des éponges. Mais, dans des recherches encore inédites sur

Sycon ciliatum Lieberkuehn, M. le professeur Duboscq et moi avons pu constater la parfaite exactitude des résultats de Gatenby.

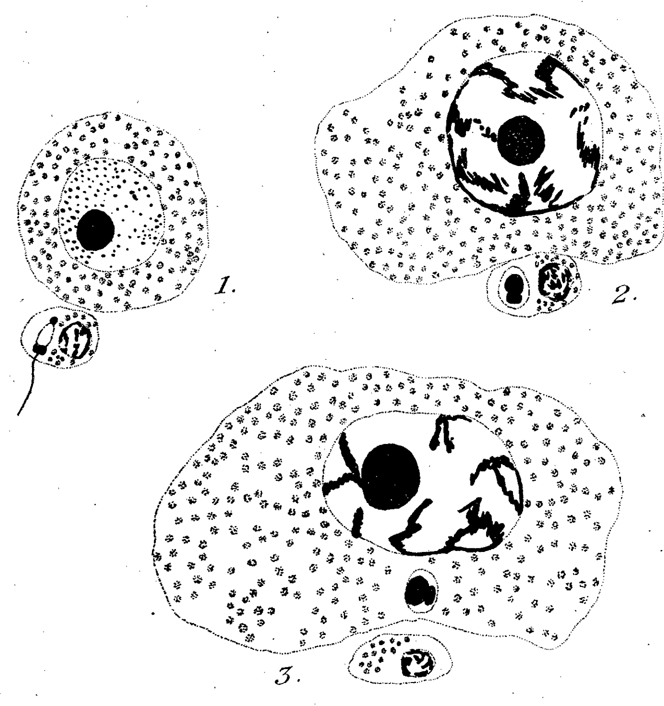
Les œufs de *Cliona viridis* naissent de cellules amœboïdes (archœocytes des auteurs) qui se trouvent logées entre les canalicules sillonnant le corps de l'éponge. L'amœbocyte qui va se transformer en œuf grossit et écarte les cellules qui sont autour de lui. Son noyau, d'abord compact, devient clair et il apparaît un nucléole qui grossit en même temps que le noyau. Autour de ce nucléole la chromatine forme un réseau à mailles lâches et irrégulières; elle peut aussi se réduire en tout petits granules et le noyau prend cet aspect poussiéreux bien vu par M. Jörgensen (1910) chez le *Sycon*. Dans le protoplasme, après fixation au Champy, on voit des grains de vitellus et des mitochondries. Ces dernières étaient dans l'œuf jeune sous forme d'un amas de granules au voisinage du noyau; elles deviennent de plus en plus nombreuses à mesure que l'œuf grossit et se dispersent dans tout le cytoplasme.

L'ovocyte n'a pas une forme définie, il a gardé des caractères amœboïdes, pousse des pseudopodes et englobe des amœbocytes, ceux qui n'ont aucune inclusion. Les spermatozoïdes charriés par les courants inhalants pénètrent dans les canalicules sillonnant le corps de l'éponge. Lorsque l'un d'eux arrive dans un canal voisin de l'endroit où se trouve un jeune œuf, il le quitte, mais ne va pas directement dans l'ovocyte; il se dirige et pénètre dans l'amœbocyte le plus voisin de l'œuf (*fig.* 1). On doit penser que l'ovocyte attire, au moins dans son voisinage, le spermatozoïde et que celui-ci ne peut pénétrer directement dans l'œuf. Il le fait toujours par l'intermédiaire de l'amœbocyte le plus proche de l'œuf. Cet amœbocyte privilégié est peut-être imprégné d'une substance émise par l'œuf qui attirerait le spermatozoïde.

Quoi qu'il en soit, il se rapproche de l'œuf et vient se coller contre lui. A l'intérieur de la cellule charriante, le spermatozoïde se modifie. Sa queue régresse et disparaît et une vacuole claire se forme autour de lui. Bientôt on ne voit plus l'acrosome, et la spermie prend l'aspect de deux sphérules accolées. La plus grosse est la tête, qui s'est arrondie et est devenue très dense, l'autre est le segment intermédiaire, qui a pris aussi une forme sphérique (*fig.* 2). A ce moment il s'établit une continuité entre le plasma de l'œuf et celui de la cellule spermifère. Le spermatozoïde, toujours à l'intérieur de la vacuole claire, est porté dans l'œuf (*fig.* 3). Une fois ce processus achevé, la cellule charriante et l'œuf se séparent, mais on distingue toujours la cellule spermifère à la surface de l'œuf. Elle n'est jamais englobée. A l'intérieur de l'œuf, le spermatozoïde ne subit, après sa pénétration, que de

très légers changements jusqu'à la maturation. Il reste contenu dans la vacuole claire, la tête se gonfle seulement un peu (*fig.* 3).

Chez *Cliona viridis*, les processus de la fécondation se rapprochent donc,



Cliona viridis Schmidt.

Fig. 1. Jeune œuf et cellule spermifère, dans laquelle vient de pénétrer le spermatozoïde. — Fig 2. Cellule spermifère accolée à l'œuf. — Fig. 3. Le spermatozoïde a pénétré dans l'œuf. Fixation Champy. Coloration hématoxyline. Gr. = 1500.

de ceux qu'a observés J. Bronté-Catenby chez *Grantia compressa;* mais, chez *Cliona*, l'œuf dérive d'une cellule amœboïde et la cellule qui charrie le spermatozoïde est aussi un amœbocyte. Ce résultat n'est peut-être pas général pour toutes les éponges siliceuses. Des recherches encore incomplètes semblent nous montrer que, chez *Spongelia elegans* Nardo, la fécondation se rapprocherait de celle des éponges calcaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action hypoglycémiante des bulbes de* Allium cepa *L.* Note de MM. **Maurice-Marie Janot** et **Jean Laurin**, présentée par M. A. Béhal.

J. B. Collip ([1]) a exposé, en 1923 et 1924, la découverte d'un principe hypoglycémiant chez les végétaux, en particulier chez les levures, oignons et laitues. Ce principe : la *glucokinine* aurait une action analogue à celle de l'insuline et se comporterait de la même façon qu'une hormone. Nous avons également, après d'autres chercheurs, essayé de caractériser cette substance.

Le végétal choisi a été le bulbe frais de *Allium cepa* L. que nous avons stabilisé soit par l'alcool à 95^{c} bouillant, soit par la neige carbonique et dont nous avons préparé différents extraits :

Extrait A.....	Bulbes stabilisés	par l'alcool à 95^{c} bouillant..	Extraits préparés à des dates différentes
Extrait B.....	»	par la neige carbonique...	
Extrait C.....	»	par l'alcool à 95^{c} bouillant..	Extraits issus d'un même lot
Extrait D.....	»	par la neige carbonique...	

Le test biologique employé a été le lapin, élevé au laboratoire et mis en expérience à partir du poids de 1800^{g} jusqu'à 2200^{g} et privé de nourriture pendant toute la durée de l'observation.

Dans tous les cas, on a injecté 5$^{cm^3}$ d'extrait, par voie sous-cutanée dans la région abdominale, dose correspondant respectivement à :

Extrait A...........................	5$^{cm^3}$ = 30^{g}	bulbes frais
Extrait B...........................	» = 36,7	»
Extrait C...........................	» = 31,75	»
Extrait D...........................	» = 40,65	»

La teneur en corps immédiatement réducteurs du sang (prélevé par ponction intra-cardiaque) a été déterminée par la méthode de G. Bertrand, appliquée au microdosage par L. de Saint-Rat et J. Ronfaut ([2]).

Nous avons constaté que dans 88 pour 100 des cas, les préparations se sont montrées hypoglycémiantes, mais suivant des modes différents. Nous ne rapportons, ici, que les cas typiques de chaque série.

Au préalable la glycémie du lapin, mis au jeûne pendant 42 heures a été déterminée :

([1]) J. B. Collip, *Journ. of Biol. chem.*, 56, 1923, p. 513 ; 57, 1923, p. 65 ; 58, 1923-1924, p. 163.

([2]) L. de Saint-Rat et J. Ronfaut, *Bull. Sc. Pharm.*, 27, 1920, p. 289.

Matières réductrices (en glucose) : mg/100$^{cm^3}$ de sang.

Lapin.	Taux initial.	Après 17h.	Après 23h.	Après 42h.
♂	83	85	79	81
♂	107	83	110	109
♀	98	101	89	126
♀	128	126	118	116

Dans 44 pour 100 des cas l'hypoglycémie s'est déclarée de suite :

Matières réductrices (en glucose) : mg/100$^{cm^3}$ de sang.

			Taux après injection.		
Lapin.	Extrait.	Taux initial.	17h.	23h.	42h.
♂	A	162	72	111	114
♂	A	140	117	66	60
♂	A	123	100	108	125
♂	A	97	92	105	89
♂	B	89	78	78	
♂	B	77	72	58	107
♂	C	117	88	142	
♂	D	100	76	110	144

Dans 44 pour 100 des cas une hyperglycémie a précédé l'hypoglycémie, ce qui rappelle d'ailleurs les faits observés à la suite d'injections d'insuline et dont on donne actuellement diverses explications (1) (2) :

Matières réductrices (en glucose) : mg/100$^{cm^3}$ de sang.

			Taux après injection.		
Lapin.	Extrait.	Taux initial.	17h.	23h.	42h.
♂	B	76	172	63	
♀	B	110	155	78	
♂	B	130	159	63	
♀	C	97	156	73	77
♀	C	80	90	134	77
♂	D	83	100	81	
♂	D	85	93	67	90
♂	D	117	128	69	127

Enfin, chez certains animaux, les injections n'ont pas été suivies, à aucun moment, de la baisse du sucre sanguin; ces sujets aberrants ont été également signalés dans les études de cette nature :

(1) VINCENT DE VIGNEAUD, *Journ. of Biol. chem.*, 73, 1927, p. 275.

(2) D. IONESCO, I. COSMULESCO et M. TOMESCO, *C. R. Soc. Biol.*, 102, 1929, p. 167.

Matières réductrices (en glucose) : mg/100$^{cm^3}$ de sang.

Lapin.	Extrait.	Taux initial.	Taux après injection. 17^h.	23^h.	42^h.
♂	A	80	156	132	100
♀	C	81	103	100	113

A la suite de ces expériences, nous pouvons conclure que tous les extraits essayés d'oignons stabilisés se sont montrés hypoglycémiants; que d'autre part la stabilisation par le froid semble donner de meilleurs résultats que la stabilisation par l'alcool à 95e bouillant.

L'analyse de ces extraits a décelé, en particulier, la présence : de sucres s'élevant jusqu'à 26^g,50 pour 100 (évalués en glucose et composés surtout de mannose et de glucose); d'acide protocatéchique; de substances azotées et de composés sulfurés. Nous nous occupons de déterminer à quel groupe chimique peut être rapportée l'action hypoglycémiante; nous pouvons avancer dès maintenant que les sucres sont, en partie, responsables du déséquilibre constaté dans la glycémie.

A 16^{h}25^m, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de mécanique, par l'organe de son Président, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *H. Sebert* :

En première ligne .... M. **Émile Jouguet**.
En seconde ligne .... M. **Henri Villat**.
En troisième ligne, ex æquo par ordre alphabétique .... MM. **E. Bertrand de Fontviolant**, **Prosper Charbonnier**, **Alfred Liénard**.

L'Académie ajoute à cette liste le nom de M. **Louis de Broglie**.
Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17^{h}15^m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 DÉCEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Raoul Gautier**, directeur honoraire de l'Observatoire de Genève, qui assiste à la séance.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le titrage de l'acide phosphorique.* Note de M. **P. Villard**.

On sait depuis longtemps que la soude se prête mal au titrage de l'acide orthophosphorique; seule la saturation de la première fonction est bien accusée par l'hélianthine que Joly (1) a été le premier, je crois, à utiliser en acidimétrie; la seconde fonction qui, exigeant deux fois plus de soude, devrait donner une approximation meilleure, est mal indiquée par le réactif coloré correspondant qui est la phtaléine : le virage commence trop tôt et ne s'effectue que très progressivement.

Joly (*loc. cit.*) avait montré qu'en substituant la baryte à la soude on obtient des titrages précis, à la condition de suivre un mode opératoire particulier, consistant à laisser d'abord cristalliser le précipité qui se forme quand on commence à neutraliser la seconde fonction acide, puis à ne continuer l'opération qu'assez lentement pour que le précipité provoqué par les additions successives de baryte ait le temps de cristalliser à son tour au contact des cristaux déjà obtenus.

M. Cavalier (2) a perfectionné cette méthode en accélérant la première

---

(1) *Comptes rendus*, 94, 1882, p. 529; 100, 1885, p. 55; 102, 1886, p. 316.
(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 25, 1901, p. 795 et 903.

cristallisation par chauffage, les reste de l'opération s'effectuant toujours à froid.

Avec la chaux, dont l'emploi a été également étudié par M. Cavalier (*loc. cit.*), les résultats sont notablement différents des précédents : à froid, et en opérant avec une extrême lenteur (durée du titrage 3 heures environ), la phtaléine vire bien dès que la seconde fonction acide est saturée; mais à chaud, et en versant rapidement la liqueur alcaline, de préférence étendue $\left(\frac{N}{100}\right)$, le virage ne se produit que lors de la neutralisation complète des trois fonctions acides.

Berthelot (1) avait également noté le virage de la phtaléine à 2,8 molécules, pour une concentration de $\frac{N}{50}$.

La cause de ces divergences paraît être demeurée assez obscure; il y avait un certain intérêt à la rechercher.

Quand on verse de la soude dans une solution phosphorique, tous les phosphates successivement formés restent dissous; les réactions s'effectuent pour ainsi dire instantanément, l'équilibre est constamment atteint, il est stable et définitif. Aucune trace de soude ne doit par suite rester libre tant que les trois fonctions ne sont pas saturées. C'est seulement alors que devrait virer la phtaléine; le bleu C4B virerait d'ailleurs de même.

Ce n'est pas ce qu'on observe, et la raison en est que le phosphate trisodique, et aussi le phosphate disodique, sont partiellement hydrolysés. De là le virage prématuré, commençant quand il n'y a encore que du phosphate disodique, puis accusant par une coloration croissante les progrès de l'hydrolyse, sans discontinuité nette au moment où apparaît le phosphate trisodique. Quant au bleu C4B, sensible seulement aux alcalis réellement libres, il ne vire, comme on le sait, que tout près de la saturation des trois fonctions acides.

Avec la baryte, seule la formation du phosphate monométallique soluble se fait comme pour la soude et donne de même le virage de l'hélianthine. Il en est ensuite tout autrement : dès qu'on a versé plus d'une molécule de baryte pour deux molécules d'acide, un précipité gélatineux (2), pratique-

(1) *Comptes rendus*, 132, 1901, p. 1277.

(2) Joly admettait que ce précipité est constitué par du phosphate tribarytique, qui se transformerait ensuite en phosphate bibarytique. Cela paraît difficile à comprendre : on observe, en effet, sans peine, un virage avec 2,3 ou 2,4 BaO pour $2PO^4H^3$, le précipité étant gélatineux; si cette baryte était tout entière à l'état de phosphate tribasique, une partie notable de l'acide serait libre, ou plutôt donnerait du phosphate monobarytique soluble, et la liqueur ne pourrait pas être alcaline.

ment insoluble, apparaît, qui ne peut agir sur la phtaléine. Quand on aura saturé exactement les deux premières fonctions, la liqueur ne sera plus que de l'eau pure, et aucun virage prématuré ne pourra se produire.

De nouvelles additions de baryte tendront à transformer le précipité en phosphate tribarytique, et deux cas extrêmes peuvent alors se présenter :

1° La réaction aura lieu comme dans le cas de la soude; le phosphate tribarytique étant insoluble, la liqueur sera toujours de l'eau pure, jusqu'à ce que, la troisième fonction étant à son tour saturée, tout supplément de baryte rende la liqueur alcaline, faisant virer la phtaléine et le bleu C4B. Dans ce cas l'acide phosphorique apparaîtra comme *tribasique*.

2° La réaction n'aura pas lieu; la liqueur deviendra alcaline dès qu'on dépassera la saturation de la seconde fonction; la baryte ajoutée demeurera libre et fera virer la phtaléine ainsi que le bleu C4B; l'acide se comportera comme *bibasique*.

Ce qu'on observe en ne faisant pas cristalliser le premier précipité est intermédiaire, mais se rapproche du premier cas. Le virage de la phtaléine n'a guère lieu au-dessous de 2,3 BaO pour $2PO^4H^3$, et n'est pas alors persistant; très facilement on arrive à ce que le virage ne se produise que pour 2,5 ou 2,6 BaO, et il n'est pas encore très stable. La combinaison a donc lieu, mais elle est incomplète.

Si l'on fait au contraire cristalliser le précipité comme le recommandait Joly, une seule goutte d'eau de baryte au delà de 2 BaO suffit pour colorer franchement la phtaléine; la combinaison n'a pas lieu, c'est le second cas.

Cet équilibre est toutefois précaire : la combinaison, rendue difficile par l'état cristallin du précipité dont l'énergie est diminuée ainsi que la surface, demeure cependant possible; pour l'observer il suffit en effet d'attendre, ou de chauffer vers 60°; un nouveau virage peut être alors obtenu, puis un troisième, etc., jusqu'à ce qu'on soit arrivé à 2,7 BaO et parfois au delà. On verra plus loin qu'à chaud on peut atteindre presque exactement 3 BaO; on revient ainsi au premier cas.

On voit que la condition nécessaire et suffisante pour qu'on obtienne le virage net dès la saturation exacte de la seconde fonction est que la formation du phosphate tribarytique soit empêchée ou très ralentie, ce qui, pratiquement, fait de l'acide phosphorique un acide seulement bibasique.

Cette condition est précisément réalisée dans la méthode de Joly.

Je rapporte sommairement quelques résultats d'expériences :

1° On verse assez rapidement l'eau de baryte dans la solution phosphorique : le virage n'a lieu que vers 2,5–2,6 BaO (pour $2P^2O^4H^3$), mais il n'est pas très

durable, ce qui permet d'ajouter à nouveau de la baryte et d'arriver à une saturation un peu plus complète.

Si l'on va plus vite encore et qu'on verse le plus rapidement possible 2,7 BaO environ, la coloration de la phtaléine est d'abord intense, puis s'efface peu à peu. Par de nouvelles additions, très ménagées, on peut atteindre 2,75 et même 2,80 BaO, mais les dernières neutralisations peuvent exiger plusieurs jours. La combinaison a donc lieu, restant toutefois incomplète.

En opérant au contraire lentement, le précipité a le temps de se rassembler un peu; la réaction devient moins facile et le premier virage a lieu vers 2,3 BaO; il disparaît d'ailleurs assez vite, et une série de virages, de plus en plus persistants, peut être observée comme précédemment; mais on dépasse difficilement 2,6 BaO et il peut être nécessaire d'attendre plusieurs jours pour passer de 2,54 à 2,6 BaO par exemple.

Tous les virages obtenus au-dessous de 2,7 BaO disparaissent immédiatement si l'on chauffe.

2° On fait cristalliser le précipité obtenu avec 1,5 à 1,8 BaO; le virage a nettement lieu dès qu'on dépasse 2 BaO; mais le dévirage se produit encore spontanément, parfois en quelques minutes, et très vite si l'on chauffe. Un second virage peut alors être obtenu après refroidissement, et ainsi de suite, jusqu'à atteindre encore 2,75 BaO. Il est d'ailleurs facile d'aller plus loin; il suffit d'opérer vers 100°, en agitant constamment, et de verser la baryte par quantités de plus en plus petites. On observe ainsi une longue série de virages fugitifs, et la coloration ne devient définitive que vers 2,97-3,00 BaO.

La combinaison est donc toujours possible; le chauffage la facilite; elle est simplement freinée par l'état cristallin du précipité.

3° On fait cristalliser le précipité comme précédemment, mais on remplace la phtaléine par le bleu C4B. Le virage a également lieu quand on dépasse 2BaO; il est seulement moins précis; néanmoins l'expérience suffit à bien montrer qu'avec la baryte les virages sont dus à la présence de base réellement libre.

La chaux donne des résultats analogues aux précédents, mais d'une observation beaucoup plus difficile, en raison de ce fait, mis en évidence par M. Cavalier, que le précipité ne cristallise que très lentement, surtout en liqueurs étendues. Le phosphate tricalcique se forme en conséquence aisément, et si, par exemple, l'expérience est faite rapidement, à chaud, avec une liqueur peu concentrée, le virage n'a lieu que pour 3CaO; l'acide est tribasique pour la phtaléine.

Dans ce qui précède, je n'ai pas fait allusion aux phosphates trétramétalliques dont l'existence est cependant certaine (Berthelot, *loc. cit.*). Ces composés ne prennent en effet naissance qu'en présence d'un excès considérable de base, ce qui n'est évidemment pas le cas dans des opérations de titrage.

M. DE LAUNAY fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de TECHNIQUE INDUSTRIELLE. *Cours professé à l'École des Sciences Politiques*. Sans être un ouvrage scientifique, c'est un exposé méthodique des services que la Science rend à l'Industrie dans toutes les branches de la technique moderne et la mise en lumière des principes généraux qui président à ces applications sous le nom aujourd'hui en faveur de « rationalisation ».

M. A. BRACHET, par l'organe de M. M. CAULLERY, offre à l'Académie la seconde édition de son livre *L'œuf et les facteurs de l'ontogenèse*. La plupart des chapitres de ce livre ont été remaniés profondément; un chapitre nouveau sur les *Centres organisateurs et les propriétés des localisations germinales* a dû être ajouté à l'ouvrage primitif, en raison des progrès de l'embryogénie expérimentale en ces dernières années.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à l'élection d'un membre de la Section de mécanique en remplacement de M. *Sebert* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Émile Jouguet	obtient	....	48 suffrages
M. Henri Villat	»	....	6 »
M. Prosper Charbonnier	»	....	3 »
M. Louis de Broglie	»	....	1 »

M. ÉMILE JOUGUET, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

Sir ARNOLD THEILER est élu Correspondant pour la Section d'économie rurale, en remplacement de M. *Paul Wagner* décédé, par 32 suffrages contre 4 à M. *Costantino Gorini*, 4 à M. *Erick Tschermak*.

PLIS CACHETÉS.

M. **J. Boucher** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 13 février 1928 et enregistré sous le n° 9948.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une *Note sur une propriété nouvelle ou peu connue des radicelles de l'orge germée des brasseries.*

(Renvoi à la Section de chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Edmond Sergent**, élu Correspondant pour la Section d'économie rurale, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Air** invite les Membres de l'Académie à assister à la réception donnée à l'occasion de la réunion à Paris du *Congrès international de la Sécurité Aérienne.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Carte géologique du Congo belge*, par P. Fourmarier. (Présenté par M. L. Cayeux.)

2° *Essai sur la probabilité de l'existence d'une règle de symétrie dans l'architecture de l'écorce terrestre,* par P. Fourmarier. (Présenté par M. L. Cayeux.)

3° Edmond Lery. *Le P. Sébastien Truchet, Membre honoraire de l'Académie des Sciences* (1657-1729). *Ses travaux à Versailles et à Marly.* (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La généralisation de la méthode de Jacobi-Mayer.* Note [1] de M. G. **Pfeiffer.**

Prenons un système complet d'équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une fonction inconnue

$$(1) \qquad H_1=0, \quad H_2=0, \quad \ldots, \quad H_{m-1}=0, \quad H_m=0,$$

pour lequel

$$(2) \qquad \Delta=\frac{\mathcal{D}(H_1, H_2, \ldots, H_m)}{\mathcal{D}(p_1, p_2, \ldots, p_m)}\neq 0,$$

en tenant compte des équations (1), quand z est absent, et pour lequel

$$(3) \qquad \Delta=\frac{\mathcal{D}(H_1, H_2, \ldots, H_m)}{\mathcal{D}(p_1, p_2, \ldots, p_m)}\neq 0, \qquad \nabla=\frac{\mathcal{D}(H_1, H_2, \ldots, H_m)}{\mathcal{D}(z, p_1, \ldots, p_{m-1})}\neq 0,$$

en tenant compte des équations (1), quand z y entre.

En élargissant les recherches de Ph. Gilbert [2], on obtiendra le théorème général :

« Si le système (1) est complet, alors tout système, qui lui est algébriquement équivalent, est aussi complet. »

Le système (1) sera appelé *système de systèmes complets successifs*, si, en enlevant par une ses équations, nous obtenons des systèmes complets.

Posons que le système complet (1) ne renferme pas la fonction z; amenons-le à la forme

$$(4) \qquad \begin{cases} f_1=p_1-\varphi_1(x_1, \ldots, x_n, p_2, \ldots, p_m, p_{m+1}, \ldots, p_n)=0, \\ f_2=p_2-\varphi_2(x_1, \ldots, x_n, p_3, \ldots, p_m, p_{m+1}, \ldots, p_n)=0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ f_m=p_m-\varphi_m(x_1, \ldots, x_n, p_{m+1}, \ldots\ldots\ldots, p_n)=0, \end{cases}$$

qui présente un *système de systèmes complets successifs*. Nous appellerons la forme (4) *système fondamental.*

En exposant la méthode de Jacobi-Mayer d'intégration des systèmes complets des équations non linéaires, qui ne contiennent pas la fonction z, on n'a pas besoin de réduire le système donné (1) à la forme d'involution; il suffit de le remplacer par le système fondamental (4).

---

(1) Séance du 3 novembre 1930.

(2) P. Mansion, *Theorie der part. Diff. gleich. erst. Ordn.*, Berlin, 1892, p. 164-170.

Ajoutons au système (4) la relation

$$\Phi(x_1, \ldots, x_n, p_{m+1}, \ldots, p_n) = a, \tag{5}$$

et demandons qu'elle donne, ensemble avec les équations (4), un système complet; alors la fonction Φ est l'intégrale du système complet

$$(6)\quad \begin{cases} X_1(\Phi) = \dfrac{\partial\Phi}{\partial x_1} - \left[\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial p_2}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial x_2} - \left[\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial p_3}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial x_3} - \ldots - \left[\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial p_m}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial x_m} \\ \qquad - \displaystyle\sum_{j=m+1}^{n}\left\{\left[\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial p_j}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial x_j} - \left[\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial x_j}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial p_j}\right\} = 0, \\ X_2(\Phi) = \ldots\ldots\ldots \dfrac{\partial\Phi}{\partial x_2} - \left[\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial p_3}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial x_3} - \ldots - \left[\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial p_m}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial x_m} \\ \qquad - \displaystyle\sum_{j=m+1}^{n}\left\{\left[\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial p_j}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial x_j} - \left[\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial x_j}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial p_j}\right\} = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ X_m(\Phi) = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \dfrac{\partial\Phi}{\partial x_m} \\ \qquad - \displaystyle\sum_{j=m+1}^{n}\left\{\left[\dfrac{\partial\varphi_m}{\partial p_j}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial x_j} - \left[\dfrac{\partial\varphi_m}{\partial x_j}\right]\dfrac{\partial\Phi}{\partial p_j}\right\} = 0; \end{cases}$$

les [ ] indiquent que les quantités $p_1, \ldots, p_m$ sont tirées des équations (1).

Le système (6) appartient au type des *systèmes de systèmes complets successifs* linéaires et homogènes, qui généralisent le système de Jacobi. Ses opérateurs différentiels s'écrivent immédiatement (¹).

Au cours de l'intégration pratique, il est souvent avantageux de prendre, au lieu des systèmes en involution ou fondamental, une telle forme du système (1), où m quantités, non adjointes, de la série $x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_n$ s'expriment successivement par les autres.

Admettons que le système complet (1) renferme la fonction z; amenons-le aux formes

$$(7)\quad \begin{cases} f_1 = p_1 - \varphi_1(x_1, \ldots, x_n, z, p_2, \ldots, p_m, p_{m+1}, \ldots, p_n) = 0, \\ f_2 = p_2 - \varphi_2(x_1, \ldots, x_n, z, p_3, \ldots, p_m, p_{m+1}, \ldots, p_n) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ f_m = p_m - \varphi_m(x_1, \ldots, x_n, z, p_{m+1}, \ldots\ldots, p_n) = 0; \end{cases}$$

$$(8)\quad \begin{cases} G_0 = z - \omega_0(x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_{m-1}, p_m, \ldots, p_n) = 0, \\ G_1 = p_1 - \omega_1(x_1, \ldots, x_n, p_2, \ldots, p_{m-1}, p_m, \ldots, p_n) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ G_{m-1} = p_{m-1} - \omega_{m-1}(x_1, \ldots, x_n, p_m, \ldots\ldots, p_n) = 0, \end{cases}$$

(¹) G. Pfeiffer, *Sur les opérateurs...* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 909-911).

qui présentent les *systèmes de systèmes complets successifs*. La première de ces formes, mais non la seconde, sera appelée *système fondamental*.

En exposant la méthode de Jacobi-Mayer d'intégration des systèmes complets des équations non linéaires, qui contiennent la fonction z, on n'a pas besoin de réduire le système donné (1) à la forme d'involution, il suffit de le remplacer par le système fondamental (7).

Ajoutons au système (7) la relation

$$\Phi(x_1, \ldots, x_n, z, p_{m+1}, \ldots, p_n) = a, \tag{9}$$

et demandons qu'elle donne, ensemble avec les équations (7), un système complet; alors, la fonction Φ est l'intégrale du système complet :

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned}
X_1(\Phi) = {} & \frac{\partial\Phi}{\partial x_1} - \left[\frac{\partial\varphi_1}{\partial p_2}\right]\frac{\partial\Phi}{\partial x_2} - \left[\frac{\partial\varphi_1}{\partial p_3}\right]\frac{\partial\Phi}{\partial x_3} - \ldots - \left[\frac{\partial\varphi_1}{\partial p_m}\right]\frac{\partial\Phi}{\partial x_m} \\
& + \left\{[p_1] - \sum_{j=2}^{m}\left[\frac{\partial\varphi_1}{\partial p_j}\right][p_j] - \sum_{j=m+1}^{n}\left[\frac{\partial\varphi_1}{\partial p_j}\right]p_j\right\}\frac{\partial\Phi}{\partial z} \\
& - \sum_{j=m+1}^{n}\left\{\left[\frac{\partial\varphi_1}{\partial p_j}\right]\frac{\partial\Phi}{\partial x_j} - \left(\left[\frac{\partial\varphi_1}{\partial x_j}\right] + \left[\frac{\partial\varphi_1}{\partial z}\right]p_j\right)\frac{\partial\Phi}{\partial p_j}\right\} = 0, \\
X_2(\Phi) = {} & \frac{\partial\Phi}{\partial x_2} - \left[\frac{\partial\varphi_2}{\partial p_3}\right]\frac{\partial\Phi}{\partial x_3} - \ldots - \left[\frac{\partial\varphi_2}{\partial p_m}\right]\frac{\partial\Phi}{\partial x_m} \\
& + \left\{[p_2] - \sum_{j=3}^{m}\left[\frac{\partial\varphi_2}{\partial p_j}\right][p_j] - \sum_{j=m+1}^{n}\left[\frac{\partial\varphi_2}{\partial p_j}\right]p_j\right\}\frac{\partial\Phi}{\partial z} \\
& - \sum_{j=m+1}^{n}\left\{\left[\frac{\partial\varphi_2}{\partial p_j}\right]\frac{\partial\Phi}{\partial x_j} - \left(\left[\frac{\partial\varphi_2}{\partial x_j}\right] + \left[\frac{\partial\varphi_2}{\partial z}\right]p_j\right)\frac{\partial\Phi}{\partial p_j}\right\} = 0, \\
& \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
X_m(\Phi) = {} & \frac{\partial\Phi}{\partial x_m} + \left\{[p_m] - \sum_{j=m+1}^{n}\left[\frac{\partial\varphi_m}{\partial p_j}\right]p_j\right\}\frac{\partial\Phi}{\partial z} \\
& - \sum_{j=m+1}^{n}\left\{\left[\frac{\partial\varphi_m}{\partial p_j}\right]\frac{\partial\Phi}{\partial x_j} - \left(\left[\frac{\partial\varphi_m}{\partial x_j}\right] + \left[\frac{\partial\varphi_m}{\partial z}\right]p_j\right)\frac{\partial\Phi}{\partial p_j}\right\} = 0;
\end{aligned}\right.$$

les [ ] indiquent que les quantités $p_1, \ldots, p_m$ sont tirées des équations (1).

Le système (10) appartient au type des *systèmes de systèmes complets successifs* linéaires et homogènes qui généralisent le système de Jacobi.

Le système des équations linéaires, lié au système (8), est complet, mais n'est pas du type des systèmes généralisant le système de Jacobi.

De là découle que le système fondamental l'emporte sur le système (8).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension des résultats concernant certains problèmes de données à la frontière.* Note(¹) de M. **Georges Giraud.**

Considérons l'équation aux dérivées partielles du type elliptique

$$\mathcal{F}u = \Sigma_{\alpha,\beta}a_{\alpha,\beta}\frac{\partial^2 u}{\partial x_\alpha \partial x_\beta} + \Sigma_\alpha b_\alpha \frac{\partial u}{\partial x_\alpha} + cu = f(\mathrm{X})$$
$$(\alpha, \beta = 1, 2, \ldots, m; \; a_{\alpha,\beta} = a_{\beta,\alpha});$$

les solutions élémentaires particulières qui permettent de résoudre complètement certains problèmes de données à la frontière (²) permettent de le faire même dans des cas où l'équation adjointe n'existe pas.

D'une façon précise, supposons qu'à l'extérieur d'une région bornée les coefficients de l'équation ci-dessus se réduisent à ceux de

$$\Sigma_\alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x_\alpha^2} - g^2 u = 0 \qquad (g > 0);$$

nous nommons ici *solution élémentaire principale* de l'équation $\mathcal{F}u = 0$ la fonction $\mathrm{G}(\mathrm{X}, \Xi)$ qui satisfait à l'équation relativement à X, devient infinie comme une des expressions

$$2^{-2}\pi^{-\frac{m}{2}}\Gamma\left(\frac{m}{2}-1\right)[\Sigma_{\alpha,\beta}\mathrm{A}_{\alpha,\beta}(\Xi)(x_\alpha - \xi_\alpha)(x_\beta - \xi_\beta)]^{\frac{2-m}{2}} \qquad (m > 2),$$
$$-\frac{1}{2\pi}\log\sqrt{\Sigma_{\alpha,\beta}\mathrm{A}_{\alpha,\beta}(\Xi)(x_\alpha - \xi_\alpha)(x_\beta - \xi_\beta)} \qquad (m = 2),$$

quand X tend vers Ξ et s'annule quand X s'éloigne indéfiniment (les $\mathrm{A}_{\alpha,\beta}$ sont les mineurs du déterminant des $a_{\alpha,\beta}$ supposé égal à un). La fonction G existe si tous les coefficients $a_{\alpha,\beta}$, b_α, c sont lipschitziens d'exposant quelconque et si, en outre, c est négatif ou nul dans tout l'espace.

Supposons, en outre, que *les dérivées des $a_{\alpha,\beta}$ existent et soient lipschitziennes* et posons, en considérant un domaine borné $\mathcal{D}$ ouvert dont la frontière $\mathcal{S}$ a pour cosinus directeurs de sa normale extérieure les ϖ_α, et en nous donnant une fonction ψ continue sur $\mathcal{S}$,

$$\Theta u = \Sigma_{\alpha,\beta}a_{\alpha,\beta}\varpi_\alpha \frac{\partial u}{\partial x_\beta} + \psi u,$$
$$\mathrm{Z}u = \Sigma_{\alpha,\beta}\varpi_\alpha \frac{\partial}{\partial x_\beta}(a_{\alpha,\beta}u) + (\psi - \Sigma_\alpha b_\alpha \varpi_\alpha)u.$$

(¹) Séance du 1er décembre 1930.

(²) *Annales de l'École Normale supérieure*, 47, 1930, p. 197-266.

On peut alors démontrer que, *si les dérivées de u sont continues dans* $\mathcal{D}+\mathcal{S}$ *et les dérivées secondes bornées dans* $\mathcal{D}$,

$$\int_{\mathcal{D}}^{(m)} G(X, A)\,\mathcal{F}u(A)\,dV_A$$
$$=\int_{\mathcal{S}}^{(m-1)} [G(X, A)\Theta u(A) - u(A) Z G(X, A)]\,dS_A - u(X),$$

quel que soit X *dans* $\mathcal{D}$. On démontre de plus que, *si*

$$\int_{\mathcal{D}}^{(m)} G(X, A)\,\varphi(A)\,dV_A = 0,$$

et si φ *est continu,* φ *est nul dans* $\mathcal{D}$.

Supposons maintenant que $G(X, \Xi)$ soit solution élémentaire principale seulement de $\mathcal{F}u=\chi u$, en supposant c continu, mais $c-\chi \leqq 0$ et lipschitzien et χ nul hors d'une région bornée. Alors *si la fonction continue* $f(X)$ *et la fonction u dont toutes les dérivées sont continues, sont telles que, pour* X *dans* $\mathcal{D}$,

$$(1)\qquad \int_{\mathcal{D}}^{(m)} G(X, A)[f(A) - \chi(A)u(A)]\,dV_A$$
$$=\int_{\mathcal{S}}^{(m-1)} [G(X, A)\Theta u(A) - u(A) Z G(X, A)]\,dS_A - u(X),$$

la même identité a lieu quand on remplace $\mathcal{D}$ *par un domaine* $\mathcal{D}'$ *contenu dans* $\mathcal{D}$. De même *si* v *et* g *sont tels que*

$$(2)\qquad \int_{\mathcal{D}}^{(m)} G(A, X)[\chi(A)v(A) - g(A)]\,dV_A$$
$$=\int_{\mathcal{S}}^{(m-1)} [v(A)\Theta G(A, X) - G(A, X) Z v(A)]\,dS_A + v(X),$$

la même identité subsiste quand on remplace $\mathcal{D}$ *par* $\mathcal{D}'$. Les mêmes identités persistent encore quand on remplace la solution élémentaire principale de $\mathcal{F}u=\chi u$ par celle de $\mathcal{F}u=\chi' u$, ou si l'on change le prolongement des coefficients de $\mathcal{F}$ hors de $\mathcal{D}$. De plus on a alors entre u et v la relation

$$\int_{\mathcal{D}}^{(m)} (vf - ug)\,dV = \int_{\mathcal{S}}^{(m-1)} (v\Theta u - u Z v)\,dS.$$

Ces remarques permettent de généraliser les problèmes de données à la

frontière : ces données restant des types déjà vus, on remplace l'équation donnée par la condition (1), son adjointe par la condition (2); il faut parfois remplacer $\mathcal{S}$ par une hypersurface infiniment voisine. Ces nouveaux problèmes se ramènent exactement aux mêmes systèmes d'équations de Fredholm que ceux qui concernent les équations aux dérivées partielles, et par la même voie : toutefois, pour une frontière ou portion de frontière sur laquelle on a une donnée de Neumann [Θu pour (1), Zv pour (2)], il faut, comme pour certaines équations intégro-différentielles (¹), distinguer Θ_i de Θ_e et Z_i de Z_e si l'on veut supposer seulement la continuité de ψ. Les systèmes d'équations de Fredholm résolvent complètement les questions posées, c'est-à-dire qu'ils donnent toutes les solutions et chacune une seule fois. S'il arrive que l'équation $\mathcal{F}u = f$ ait une solution répondant aux conditions données à la frontière, cette solution se trouve parmi celles du nouveau problème; réciproquement si une solution du nouveau problème a ses dérivées secondes continues, elle est solution de $\mathcal{F}u = f$; c'est en particulier le cas si c et f sont lipschitziens.

Les problèmes concernant l'équation $\mathcal{F}u = f$ sont donc complètement résolus dans des cas plus étendus qu'antérieurement, et en outre on résout des problèmes nouveaux, concernant des relations plus générales que les équations aux dérivées partielles.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions méromorphes de matrices.* Note de M. **J.-A. Lappo-Danilevski**, présentée par M. Hadamard.

1° Soit $\mathfrak{X}$ un système de m matrices $X_1, \ldots, X_m$ du degré n. Dans la théorie des systèmes d'équations différentielles linéaires j un rôle important est joué par les fonctions méromorphes de matrices, c'est-à-dire par les matrices $F(\mathfrak{X})$ dont les éléments sont des fonctions méromorphes des éléments des matrices $\mathfrak{X}$. Dans un certain voisinage — par exemple dans un voisinage du système des substitutions nulles — ces fonctions sont représentables par des séries de composition :

$$F(\mathfrak{X}) = \sum_{\nu=0}^{\infty} [\mathfrak{X}\alpha]_m^\nu \tag{1}$$

(¹) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 478 à 480.

où

$$[\mathfrak{X}\alpha]_m^{(0)} = \alpha_0\,; \qquad [\mathfrak{X}\alpha]_m^{(\nu)} = \sum_{j_1\ldots j_\nu}^{(1\ldots m)} X_{j_1}\ldots X_{j_\nu}\alpha_{j_1\ldots j_\nu}\ (^1),$$

et il n'est pas sans intérêt de construire leurs représentations générales, valables dans tout leur domaine d'existence.

2° A cet égard nous introduirons « des fonctions invariantes » des matrices, qui font correspondre à un système des matrices $\mathfrak{X}$ un nombre $\iota(\mathfrak{X})$ et qui jouissent, en outre, de la propriété invariante, de sorte que l'on a

$$\iota(SX_1S^{-1}, \ldots, SX_mS^{-1}) = \iota(X_1, \ldots, X_m),$$

pour une substitution arbitraire S. La fonction invariante fondamentale d'une matrice X est sa « trace » $\tau(X)$, c'est-à-dire la somme des éléments diagonaux de cette matrice. On peut démontrer, que si une fonction invariante $\iota_\nu(\mathfrak{X})$ est un polynome homogène du degré ν des éléments des matrices $\mathfrak{X}$, elle est représentable à l'aide des traces des compositions de ces matrices :

$$\iota_0(\mathfrak{X}) = \big[[\mathfrak{X}\beta]\big]_m^{(0)} = \beta_0\,;$$

$$\iota_\nu(\mathfrak{X}) = \big[[\mathfrak{X}\beta]\big]_m^{(\nu)} = \sum_{\lambda=1}^{\nu}\ \sum_{\mu_1+\ldots+\mu_\lambda=\nu}\ \sum_{j_1^1\ldots j_{\mu_1}^1}^{(1\ldots m)\,\prime}\cdots\sum_{j_1^\lambda\ldots j_{\mu_\lambda}^\lambda}^{(1\ldots m)\,\prime} \tau(X_{j_1^1}\ldots X_{j_{\mu_1}^1})\ldots$$
$$\times\,\tau\left(X_{j_1^\lambda}\ldots X_{j_{\mu_\lambda}^\lambda}\right)\beta^{(\lambda)}_{j_1^1\ldots j_{\mu_1}^1\ldots j_1^\lambda\ldots j_{\mu_\lambda}^\lambda},$$

où toute somme $\sum_{j_1^\varkappa\ldots j_{\mu_\varkappa}^\varkappa}^{(1\ldots m)}$ est étendue à tous les systèmes d'indices

$$j_1^\varkappa\ldots j_{\mu_\varkappa}^\varkappa = 1, 2, \ldots, m,$$

qui ne sont pas liés par des permutations cycliques et où les coefficients β sont indépendants des matrices $\mathfrak{X}$. Il en résulte que toute fonction invariante entière peut être représentée par une série de traces de composition

$$(2) \qquad \iota(\mathfrak{X}) = \sum_{\nu=0}^{\infty}\big[[\mathfrak{X}\beta]\big]_m^{(\nu)}.$$

3° En tenant compte de la relation

$$F(SX_1S^{-1}, \ldots, SX_mS^{-1}) = S\,F(X_1, \ldots, X_m)\,S^{-1}$$

---

(1) Voir notre Note : *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 439.

qui suit immédiatement la représentation (1), on conclut que les pôles des éléments de la matrice $F(\mathfrak{X})$ jouissent de la propriété invariante. On peut donc prendre comme dénominateur commun de ces éléments une fonction invariante entière (2). On arrive ainsi à une représentation générale d'une fonction méromorphe (1)

$$F(\mathfrak{X}) = \frac{\sum_{\nu=0}^{\infty} \sum_{\mu=0}^{\nu} [\mathfrak{X}\alpha]_m^{(\mu)} \left[[\mathfrak{X}\beta]\right]_m^{(\nu-\mu)}}{\sum_{\nu=0}^{\infty} \left[[\mathfrak{X}\beta]\right]_m^{(\nu)}}. \tag{3}$$

valable dans tout son domaine d'existence.

4° Nous allons appliquer maintenant ces considérations à la résolution des équations intégrales de la forme

$$F(\mathfrak{X} \mid z) = G(\mathfrak{X} \mid z) + \int_{(c)} F(\mathfrak{X} \mid \zeta)\, K(\mathfrak{X} \mid \zeta z)\, d\zeta, \tag{4}$$

où

$$K(\mathfrak{X} \mid \zeta z) = \sum_{\nu=1}^{\infty} [\mathfrak{X}\,\varkappa(\zeta z)]_m^{(\nu)} \qquad \text{et} \qquad G(\mathfrak{X} \mid z) = \sum_{\nu=0}^{\infty} [\mathfrak{X}\, g(z)]_m^{(\nu)}$$

sont des fonctions entières données des matrices $\mathfrak{X}$ aux coefficients $\varkappa_{j_1 \ldots j_\nu}(\zeta z)$ et $g_{j_1 \ldots j_\nu}(z)$ qui sont des fonctions analytiques sur une courbe (c). Il résulte des recherches de M. Birkhoff (1) que les équations intégrales de cette forme sont d'une grande importance dans la théorie des systèmes d'équations différentielles linéaires. A l'aide de calculs simples, on arrive à la conclusion suivante : La solution $F(\mathfrak{X} \mid z)$ de l'équation (4) est une fonction méromorphe des matrices $\mathfrak{X}$ représentable sous la forme (3), où les coefficients sont définis par les formules

$$\alpha_0 = g_0(z);$$

$$\alpha_{j_1 \ldots j_\nu} = g_{j_1 \ldots j_\nu}(z) + \sum_{\tau=1}^{\nu} \int_{(c)} \cdots \int_{(c)} \Big\{ g_0(\zeta_1) \big(\varkappa(\zeta_1\zeta_2)\,\varkappa(\zeta_2\zeta_3) \ldots \varkappa(\zeta_\tau z)\big)_{j_1 \ldots j_\nu} + \big(g(\zeta_1)\,\varkappa(\zeta_1\zeta_2)\,\varkappa(\zeta_2\zeta_3) \ldots \varkappa(\zeta_\tau z)\big)_{j_1 \ldots j_\nu} \Big\}\, d\zeta_1 \ldots d\zeta_\tau;$$

$$\beta_0 = 1$$

(1) *Math. Ann.*, 74, 1913, p. 122-139.

et

$$\beta^{(\lambda)}_{j^1_1\ldots j^1_{\mu_1}\ldots j^\lambda_1\ldots j^\lambda_{\mu_\lambda}} = \frac{(-1)^\lambda}{\lambda!}\prod_{\sigma=1}^{\lambda}\sum_{\tau=1}^{\mu_\sigma}\sum_{h^\sigma_1\ldots h^\sigma_{\mu_\sigma}}^{(j^\sigma_1\ldots j^\sigma_{\mu_\sigma})}\frac{1}{\tau}$$

$$\times\int_{(c)}\cdots\int_{(c)}\big(\varkappa(\zeta_1\zeta_2)\,\varkappa(\zeta_2\zeta_3)\ldots\varkappa(\zeta_2\zeta_1)\big)_{h^\sigma_1\ldots h^\sigma_{\mu_\sigma}}\,d\zeta_1\ldots d\zeta_2 \quad (^1),$$

la dernière somme étant étendue à tous les systèmes d'indices $h^\sigma_1\ldots h^\sigma_{\mu_\sigma}$ résultant du système $j^\sigma_1\ldots j^\sigma_{\mu_\sigma}$ par des permutations cycliques. Dans une Note suivante nous ferons l'application de ces résultats à la théorie des systèmes d'équations différentielles linéaires.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Quelques théorèmes sur les fonctions primitives.* Note de M. **Ridder**, présentée par M. Émile Borel.

1. Théorème I. — *Soit la fonction $\mathcal{F}(x)$ continue sur le segment $< a, b >$. Alors $\mathcal{F}(x)$ est déterminée à une constante additive près :*

si l'on sait que $< a, b >$ peut être couvert, sauf dans les points d'un ensemble tout au plus dénombrable, d'un nombre fini ou d'une infinité dénombrable d'ensembles parfaits ($\mathcal{P}_k$), sur chacun desquels $\mathcal{F}(x)$ possède en tout point, sauf en ceux d'un sous-ensemble tout au plus dénombrable, au moins un de ses nombres dérivés extrêmes « par rapport à cet ensemble » [2], *fini et*

si l'on connaît sur $< a, b >$ une fonction $g(x)$, qui est finie presque partout et coïncide dans presque chaque point du segment avec un nombre dérivé extrême « par rapport à un des ensembles ($\mathcal{P}_k$) »,

$\mathcal{F}(x)$ sera résoluble et l'on aura :

$$\mathcal{F}(x) = \mathcal{F}(a) + \int_a^x (\mathcal{D})\,g(x)\,dx \quad (a \leq x \leq b),$$

où $\int^x(\mathcal{D})$ désigne la totale indéfinie (intégrale indéfinie d'après Denjoy).

---

(1) Étant donné un système de paramètres $\gamma^{(\lambda)}_{j_1\ldots j_\nu}$ ($\lambda = 1, 2, \ldots, \tau$), nous désignons par le symbole $(\gamma^{(1)}\gamma^{(2)}\ldots\gamma^{(\tau)})_{j_1\ldots j_\nu}$ la somme

$$\sum_{1\leq\mu_1<\mu_2<\ldots<\mu_{\tau-1}<\nu}\gamma^{(1)}_{j_1\ldots j_{\mu_1}}\gamma^{(2)}_{j_{\mu_1+1}\ldots j_{\mu_2}}\cdots\gamma^{(\tau)}_{j_{\mu_{\tau-1}+1}\ldots j_\nu}.$$

(2) Le rang et le côté du dérivé extrême peuvent être inconnus et indifféremment variables.

La démonstration repose sur le lemme et les théorèmes du paragraphe suivant.

2. Lemme. — Si le segment $< a, b >$ peut être couvert, sauf peut-être dans les points d'un ensemble dénombrable E, d'un nombre fini ou d'une infinité dénombrable d'ensembles parfaits $(\mathfrak{T}_k)$, alors tout sous-ensemble parfait $\mathcal{H}$ du segment contient une portion, dont tous les points appartiennent à un même des ensembles $(\mathfrak{T}_k)$.

Démonstration. — Les ensembles, formés d'un seul point de E et les ensembles parfaits $(\mathfrak{T}_k)$ peuvent être rangés dans une suite simplement infinie : $\mathcal{H}_1, \mathcal{H}_2, \ldots, \mathcal{H}_k, \ldots$. Si le lemme n'était pas exact, on pourrait définir une suite de segments $u_1 \supset u_2 \supset, \ldots, u_k \supset, \ldots$ sur $< a, b >$, tels que le segment d'indice $\varkappa$ contiendrait une portion $\Pi_\varkappa$ de $\mathcal{H}$, qui n'aurait aucun point commun avec les ensembles $\mathcal{H}_1, \mathcal{H}_2, \ldots, \mathcal{H}_\varkappa$. Les portions (Π_k) $(k = 1, 2, \ldots)$ auraient au moins un point commun, n'appartenant à aucun des ensembles $(\mathcal{H}_k)$, ce qui est impossible.

Théorème A. — *Pour qu'une fonction continue $f(x)$ soit une totale indéfinie (soit résoluble), il faut et il suffit que,* E *étant un ensemble fermé quelconque, la fonction $g(x)$ égale à $f(x)$ aux points de* E *et linéaire dans tout intervalle contigu à* E, *soit absolument continue dans un intervalle contenant à son intérieur des points de* E (¹).

Théorème B. — *L'ensemble des points où une fonction continue possède un nombre dérivé extrême fini φ sans admettre φ pour dérivée approximative, est de mesure nulle* (²).

Théorème C. — *Une fonction continue, admettant en tout point, sauf peut-être aux points d'un ensemble* E *tout au plus dénombrable, un nombre dérivé extrême fini de côté et de rang inconnus, indifféremment variables, est résoluble* (³).

3. Démonstration du théorème I. — D'après le lemme tout sous-ensemble parfait E de $< a, b >$ contient une portion Π (avec les extrémités c et d), dont tous les points appartiennent à un des ensembles parfaits $(\mathfrak{T}_k)$, soit $\mathfrak{T}_\varkappa$. La fonction continue $\mathcal{G}_\varkappa(x)$, qui coïncide sur Π avec $\mathcal{F}(x)$ et qui est linéaire dans tout intervalle contigu à Π, est résoluble sur le segment

(¹) Voir Lebesgue, *Leçons sur l'intégration*, 2e édition, 1928, p. 232-234.

(²) Voir Denjoy, *Ann. Éc. Norm.*, 3e série, 33, 1916, p. 182, note.

(³) Voir Denjoy, *loc. cit.*, p. 186-187. Dans l'énoncé de M. Denjoy l'ensemble E manque; cependant la démonstration de M. Denjoy reste valable pour le cas où un tel ensemble dénombrable existe.

$< c, d >$ (théorème C). Il existe donc (théorème A) une portion Π_1 de Π (avec les extrémités c_1 et d_1) telle que la fonction $\mathcal{H}_x(x)$, qui coïncide sur Π_1 avec $\mathcal{F}(x)$ et qui est linéaire dans tout intervalle continu à Π_1, est absolument continue sur $< c_1, d_1 >$. De là il suit (théorème A) que $\mathcal{F}(x)$ est résoluble sur $< a, b >$, donc égale à la totale indéfinie de sa dérivée approximative.

La fonction continue $\mathcal{G}_k(x)$ (k arbitrairement choisi, mais fixe), qui coïncide avec $\mathcal{F}(x)$ sur l'ensemble parfait $\mathcal{P}_k$ et qui change linéairement dans les intervalles contigus, est résoluble sur $< a, b >$ (théorème C) et possède presque partout sur $\mathcal{P}_k$ une dérivée approximative $\psi_k(x)$, coïncidant avec la dérivée approximative de $\mathcal{F}(x)$. Soit $\mathfrak{M}_k$ le sous-ensemble de $\mathcal{P}_k$ dans les points duquel un dérivé extrême de $\mathcal{F}(x)$ « par rapport à $\mathcal{P}_k$ » existe, fini et coïncidant avec la fonction $g(x)$, définie dans l'énoncé du théorème I. Alors, d'après le théorème B, ψ_k a presque partout sur $\mathfrak{M}_k$ même valeur que $g(x)$. Les dérivées approximatives de $\mathcal{F}(x)$ et $g(x)$ seront donc égales presque partout sur $< a, b >$. Par suite, $\mathcal{F}(x)$ doit être aussi égale à la totale indéfinie de la fonction $g(x)$.

4. L'application des théorèmes A et B donne une démonstration du théorème suivant :

Théorème II. — *Soit $\mathcal{F}(x)$ continue et résoluble sur le segment $< a, b >$. Soit, en outre, $g(x)$ une fonction finie presque partout sur $< a, b >$, dont on sait qu'elle coïncide dans presque chaque point du segment avec un des nombres dérivés extrêmes* (1) *de $\mathcal{F}(x)$ par rapport à un des ensembles ($\mathcal{P}_k$) d'un nombre fini ou d'une infinité dénombrable; chaque ensemble $\mathcal{P}_k$ sera parfait et leur somme couvrira $< a, b >$ presque partout.*

Alors $\mathcal{F}(x)$ est égale à la totale indéfinie de $g(x)$.

5. Théorème III. — *Soit $g(x)$ totalisable sur le segment $< a, b >$.*

La construction de la totale de $g(x)$ sur $< a, b >$ exige l'emploi d'une infinité dénombrable d'ensembles parfaits ($\mathcal{P}_k$), sur chacun desquels $g(x)$ est sommable, tandis que les variations absolues de la totale indéfinie dans les intervalles contigus forment une série convergente. Une fonction continue $\mathcal{F}(x)$ possédera sur chaque $\mathcal{P}_k$ en tout point, sauf en ceux d'un sous-ensemble tout au plus dénombrable, un dérivé médian ou extrême fini d'un côté invariable et par rapport à ce $\mathcal{P}_k$, coïncidant presque partout sur ce $\mathcal{P}_k$ avec $g(x)$.

---

(1) Le côté et le rang sont inconnus et indifféremment variables.

Alors $\mathcal{F}(x)$ sera résoluble sur $< a, b >$ et l'on aura

$$\mathcal{F}(x) = \mathcal{F}(a) + \int_a^x (\mathcal{D}) g(x)\,dx \qquad (a \leqq x \leqq b).$$

La démonstration exige l'emploi du théorème suivant :

Théorème D. — *Soit $\mathcal{F}(x)$ une fonction continue sur le segment $< a, b >$, dont on sait qu'elle possède en chaque point de $< a, b >$, sauf aux points d'un ensemble tout au plus dénombrable, un dérivé droit médian ou extrême et fini. Si une fonction $g(x)$, déterminée presque partout sur $< a, b >$ par ces nombres dérivés, est sommable, $\mathcal{F}(x)$ sera absolument continue et l'on aura :*

$$\mathcal{F}(x) = \mathcal{F}(a) + \int_a^x (\mathcal{L}) g(x)\,dx \qquad (a \leqq x \leqq b) \quad (^1).$$

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination des forces de réaction dans le mouvement d'un système matériel.* Note (2) de M. **E. Gugino**.

Les équations classiques de Lagrange (seconde forme) pour les systèmes holonomes, ou bien les équations d'Appell (ou celles de M. Maggi) pour les systèmes non holonomes, définissent complètement le mouvement sous l'action de forces données, les liaisons étant supposées sans frottement.

Dans ces équations ne figurent pas les réactions $\mathbf{R}_i$ provenant des liaisons, qui s'exercent sur les différents points matériels P_i ($i = 1, 2, \ldots, N$) du système. C'est le principe des travaux virtuels qui permet de les éliminer en bloc.

Il y a cependant des questions, posées notamment par la technique, pour lesquelles l'intérêt le plus fort porte sur la détermination de ces réactions, ou, si l'on veut, des efforts dynamiques auxquels les liaisons sont soumises.

L'étude d'une telle espèce de questions n'a pas été négligée; elle s'est même développée dans le dernier demi-siècle en formant l'objet d'un chapitre spécial de la mécanique rationnelle qu'on appelle parfois cinétostatique.

---

(1) Voir Lebesgue, *Leçons sur l'intégration*, 2e édition, 1928, p. 176, note. M. Lebesgue suppose les dérivés médians ou extrêmes finis en tout point de $< a, b >$, Cependant la démonstration, indiquée par lui, peut être aussi utilisée dans le cas où il existe un ensemble dénombrable de points où l'on ne sait rien sur les dérivés.

(2) Séance du 24 novembre 1930.

Pour déterminer les $\mathbf{R}_i$, on reprend l'équation fondamentale de la dynamique

$$m_i \mathbf{a}_i = \mathbf{F}_i + \mathbf{R}_i, \tag{1}$$

ou $\mathbf{F}_i$, m_i, $\mathbf{a}_i$ représentent respectivement la force directement appliquée au point P_i, sa masse et son accélération (absolue). En concept, les équations (1) elles-mêmes résolvent déjà le problème *dès qu'on regarde comme connu le mouvement*. C'est ce qu'on fait couramment, et la cinétostatique n'est, peut-on dire, qu'un ensemble de théorèmes et de remarques servant à rendre expressives et maniables les conséquences des équations (1). Mais le calcul effectif des réactions reste de la sorte toujours subordonné à la détermination préalable du mouvement du système, qui fournit les accélérations ou, ce qui revient au même, les forces d'inertie en fonction du temps. Or cette détermination préalable du mouvement est bien difficile, puisqu'elle dépend de l'intégration d'un système différentiel d'un rang d'autant plus élevé qu'est élevée la mobilité du système matériel.

Il est évidemment désirable de parvenir à une caractérisation des réactions en évitant la résolution du problème du mouvement. Je veux montrer qu'on peut effectivement y aboutir d'une façon tout à fait élémentaire (résolution d'un système d'équations linéaires) dès qu'on se propose de déterminer les $\mathbf{R}_i$ à tout instant en fonction de la configuration et de l'acte du mouvement (distribution des vitesses) au même instant.

Il est à remarquer que, justement sous cette forme, on suppose ordinairement données les lois des forces appliquées.

Je puis résumer, en quelques mots, le principe de la méthode en me rapportant aux équations de la première espèce de Lagrange [1], qui proviennent, comme on sait, des (1) attribuant aux forces de liaisons des expressions de la forme

$$\mathbf{R}_i = \sum_{k}^{r} {}_1 \lambda_k \mathbf{b}_{ki}, \tag{2}$$

où les λ_k sont les multiplicateurs de Lagrange et les $\mathbf{b}_{ki}$ des vecteurs dépendant, à chaque instant, exclusivement de la configuration du système d'après les équations de liaisons (holonomes et non holonomes). D'une manière précise, on devra représenter (comme il est toujours loisible, dérivant par rap-

[1] Voir T. Levi-Civita et U. Amaldi, *Lezioni di Meccanica Razionale*, 1, p. 735 (Bologna, Zanichelli, 1930).

port au temps les liaisons holonomes, s'il y en a) les équations des liaisons sous la forme

$$\sum_{i}^{N} \mathbf{b}_{ki} \times \mathbf{v}_i = b_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, r), \tag{3}$$

où $\mathbf{v}_i$ désigne la vitesse du point P_i et les b_k sont (dans le cas général) des scalaires dépendant uniquement de la position du système et du temps; on suppose naturellement toutes ces liaisons indépendantes, ce qui exige que la matrice (B) formée avec les composants b'_{ki}, b''_{ki}, b'''_{ki} des vecteurs $\mathbf{b}_{ki}$ ait le rang r égal au nombre des équations (3).

D'après (2), la caractérisation des réactions revient à la détermination des r multiplicateurs λ_k en fonction des positions et des vitesses des points P_i du système (et du temps t).

La dérivation des équations (3) donne

$$\sum_{i}^{N} \mathbf{b}_{ki} \times \mathbf{a}_i = c_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, r), \tag{3'}$$

où les c_k dépendent des positions et des vitesses (mais non des accélérations).

Il n'y a qu'à remplacer dans les équations (3) les vecteurs $\mathbf{a}_i$ par leurs expressions (1), où l'on sous-entend pour les $\mathbf{R}_i$ leur forme Lagrangienne (2), pour en tirer le système linéaire suivant dans les multiplicateurs λ_k :

$$\sum_{k}^{r} \lambda_k \sum_{i}^{N} \frac{1}{m_i} \mathbf{b}_{hi} \times \mathbf{b}_{ki} = G_h \qquad (h = 1, 2, \ldots, r), \tag{4}$$

où les G_h dépendent de la configuration, des vitesses des points du système outre que de la sollicitation active.

En posant

$$\alpha_{hk} = \sum_{i}^{N} \frac{1}{m_i} \mathbf{b}_{hi} \times \mathbf{b}_{ki},$$

avec le second membre fonction exclusivement de la configuration et du temps, les équations (4) peuvent se mettre sous la forme définitive

$$\sum_{k}^{r} \alpha_{hk} \lambda_k = G_h \qquad (h = 1, 2, \ldots, r). \tag{5}$$

Il est donc aisé de reconnaître que le système (5) peut effectivement être

résolu par rapport aux inconnues λ_k. En effet, les équations (2) des liaisons étant indépendantes, la matrice (B) a, comme nous l'avons déjà vu, le rang r; il en est de même pour le déterminant $\|\alpha_{hk}\|$, comme on le vérifie immédiatement.

Remarquons en terminant, qu'une fois obtenus les multiplicateurs λ_k, les réactions $\mathbf{R}_i$ deviennent également déterminées, et le problème dynamique, relatif au mouvement du système envisagé, est ramené au problème analogue, relatif au même système de points supposés libres.

OPTIQUE. — *Sur les modifications apportées à la structure fine d'une raie spectrale par la diffusion moléculaire. Étude en fonction de l'angle de diffusion.* Note de M. **Michel Vacher**, présentée par M. Ch. Fabry.

La diffusion de la lumière dans une direction perpendiculaire au rayon incident modifie la structure fine des raies spectrales; elles paraissent élargies et déplacées vers les grandes longueurs d'onde. M. Cabannes a observé pour la première fois ce phénomène dans le butane; il a été retrouvé plus tard dans les liquides par MM. Cabannes et Salvaire (¹). L'élargissement est inférieur à 0,1 Å, et le déplacement vaut 1 ou 2 centièmes d'angström.

Je me suis proposé, sur le benzène, l'étude (importante au point de vue théorique) de ce changement de longueur d'onde en *fonction de l'angle de diffusion* (angle du rayon diffusé avec l'incident).

Le rayonnement incident, émis par un arc au mercure, était filtré à travers une solution de quinine; seules les radiations du groupe 4358 Å impressionnaient la plaque photographique. La lumière diffusée était analysée à l'aide d'un étalon interférentiel Perot et Fabry dont l'épaisseur voisine de $0^{cm},5$) était telle que les systèmes d'anneaux fournis par les différentes raies du groupe coïncidaient sensiblement. De minutieuses précautions ont été prises au cours des mesures, d'une part pour éviter toute variation dans le rayonnement de la lampe et dans la différence de marche entre les faisceaux interférents, d'autre part pour arrêter la lumière parasite.

(¹) J. Cabannes, *Diffusion moléculaire de la Lumière*, Paris, 1929, p. 82. — J. Cabannes et P. Salvaire, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 107. Une erreur de calcul s'est glissée dans cette Note : les changements de longueur d'onde indiquée doivent être divisés par 2.

La lampe était alimentée par une batterie d'accumulateurs à grande capacité. Le faisceau incident, peu ouvert, donnait, de la petite portion de l'arc utilisée, une image centrée sur l'axe vertical d'un grand flacon contenant du benzène deux fois distillé. Cet axe coïncidait avec le pivot d'une plaque tournante massive en ardoise où étaient scellés l'étalon et les appareils traversés par le faisceau diffusé. La position de cette plaque définissait l'angle de diffusion. Les divers appareils que devait traverser le faisceau incident étaient enfermés dans de grands compartiments à parois noircies, percés d'ouvertures juste suffisantes pour laisser passer le faisceau. La paroi extérieure du flacon à diffusion était noircie, sauf deux fenêtres pour les rayons incident et diffusé. L'étalon était enfermé dans une caisse métallique à parois épaisses (¹) et hermétiquement close. Une lentille de faible ouverture, de distance focale un peu supérieure au rayon du flacon, donnait du faisceau incident une image à l'infini que reprenait un objectif photographique (distance focale 24^{cm}). Dans le plan focal de cet objectif, sur l'image du faisceau primaire, se formaient les anneaux d'interférence. La lumière, très faible, diffusée par la fenêtre de sortie du flacon, n'intervenait pas dans la formation des anneaux.

Pour éliminer toute variation de température, j'avais installé le montage dans une cellule de cave; l'arc et son rhéostat avaient été placés à l'extérieur. Trois poses étaient faites sur une même plaque; la première et la dernière en lumière diffusée par une surface noire mate (²); la pose intermédiaire, en lumière diffusée par le benzène (³). La plaque était disposée sur un chariot actionné électriquement de l'extérieur; la substitution d'un diffuseur à l'autre était obtenue par un déplacement vertical commandé lui aussi de l'extérieur. Grâce à ces précautions, la température de la cellule de cave était maintenue constante à moins d'un dixième de degré près. Malheureusement l'étanchéité de la caisse métallique qui contenait l'étalon n'est pas restée suffisante au cours des mesures, et il a fallu tenir compte des petites variations de la pression atmosphérique mesurées à l'aide d'un baromètre enregistreur.

La mesure du changement de longueur d'onde se ramenait à la compa-

---

(¹) La capacité calorifique de cette caisse était de 600 petites calories.

(²) La lumière diffusée par une telle surface a la même longueur d'onde que l'incidente, à une fraction de millième d'Å (J. Cabannes).

(³) A l'aide d'un écran absorbant neutre, on amenait (*loc. cit.*) les temps de pose à être du même ordre de grandeur.

raison du diamètre des anneaux obtenus par diffusion sur la surface solide d'une part, dans le benzène d'autre part.

Les anneaux ont été étudiés au comparateur. Chacun d'eux a été mesuré plusieurs fois; le diamètre des anneaux utilisés était voisin de 6^{mm},3; l'écart moyen de chaque mesure par rapport au diamètre moyen est de 2 ou 3 microns pour les anneaux en lumière diffusée par le papier noir et d'environ 10 microns pour les anneaux en lumière diffusée par le benzène.

J'ai obtenu les résultats suivants :

I. L'élargissement de la raie croît avec l'angle de diffusion.

II. Le bord du côté des ondes courtes n'est sensiblement pas remanié par diffusion moléculaire.

III. Le centre de gravité de la raie est déplacé vers le rouge des quantités suivantes :

Angle de diffusion β.	30°.	90°.	150°.
Changement de longueur d'onde $d\lambda$ en centièmes d'angström	0,10 (?)	0,87	1,29

Il aurait été intéressant de savoir si $d\lambda$ variait proportionnellement à $\sin\frac{\beta}{2}$ ou $\sin^2\frac{\beta}{2}$. La précision des mesures actuelles ne permet pas de choisir.

Quoi qu'il en soit il semble bien que la raie diffusée se compose en réalité d'au moins deux raies : l'une A non déplacée; l'autre B déplacée vers le rouge et trop large pour être séparée de la première par notre analyse interférentielle. Les mesures actuelles, portant sur le centre de gravité de l'ensemble, ne donneraient qu'une fraction du déplacement de B.

Le phénomène étudié est différent de l'effet Raman, puisque la longueur d'onde varie avec l'angle de diffusion. Il se rapproche davantage, par son allure générale, de l'effet Compton ou d'un effet Doppler-Fizeau, bien qu'il doive être considéré, au point de vue théorique, comme un phénomène nouveau.

OPTIQUE. — *Sur la structure fine d'une raie spectrale après diffusion moléculaire.* Note de M. **Jean Cabannes**, présentée par M. Ch. Fabry.

L'étude expérimentale des modifications que subit une radiation monochromatique par diffusion *dans un liquide* a déjà donné d'importants résultats [1]. Laissant de côté les raies Raman (c'est-à-dire les raies secondaires

---

[1] J. Cabannes et P. Daure, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1533. — C. V. Raman et K. S. Krishnan, *Nature*, 122, 1928, p. 882. — J. Cabannes, *La diffusion molécu-*

qui sont séparées de la raie fondamentale dans le spectre de la lumière diffusée), nous n'analyserons ici que la raie fondamentale elle-même et la bande non résoluble qui l'entoure. Nous chercherons à confronter les résultats expérimentaux avec les idées théoriques actuelles. Deux phénomènes bien distincts ont été observés : 1° la raie primitive s'entoure d'un spectre continu, plus intense et plus étendu du côté des grandes longueurs d'onde; 2° cette radiation primitive est elle-même profondément remaniée.

Le spectre continu, assez nettement délimité, s'étend sur un intervalle de plusieurs dizaines d'angströms; c'est un fond lumineux sur lequel se détache la raie fondamentale; il est *à peu près complètement dépolarisé*. Il est d'autant plus intense que les molécules sont plus fortement anisotropes; mais son intensité totale ne dépasse jamais un dixième environ de l'intensité de la raie fondamentale. L'origine de ce spectre paraît connue : on sait, depuis les expériences de Rasetti et l'œuvre théorique de Manneback, que, dans la diffusion de la lumière par les gaz, des raies de rotation (branches P et R) s'ajoutent à la raie primitive; nous admettrons que, dans les liquides, ces radiations incohérentes se soudent en un spectre continu par suite des chocs moléculaires [1].

Si, maintenant, on analyse la radiation diffusée à 90° du faisceau incident avec une lame de Perot et Fabry, le spectre continu ne donne évidemment pas d'anneaux d'interférences; il suffit d'arrêter par un nicol la vibration V perpendiculaire au plan de diffusion pour que les anneaux disparaissent. Mais les anneaux reparaissent si l'on oriente le nicol de manière à laisser passer la vibration V, et l'on peut analyser ainsi, avec un étalon interférentiel d'épaisseur convenable, la structure fine après diffusion de la raie fondamentale. On y retrouve un élargissement et un déplacement apparent vers les grandes longueurs d'onde. Mais ces deux effets sont beaucoup plus faibles que dans le cas du spectre continu : l'élargissement n'atteint pas 0,1 Å et le déplacement apparent, variable d'un liquide à un autre, reste compris entre 0,01 Å (benzène) et 0,03 Å (alcools). Enfin, M. Vacher vient de montrer que ce déplacement était fonction de l'angle de diffusion θ et pouvait être considéré comme proportionnel à $\sin\frac{\theta}{2}$ dans la limite de

---

laire de la lumière (Presses universitaires de France), Paris, 1929. — W. GERLACH, *Annalen der Physik*, **1**, 1929, p. 301. — J. CABANNES, *Transactions of the Faraday Society*, **25**, 1929, p. 811. — M. VACHER, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 1121.

(1) J. CABANNES et Y. ROCARD, *Journal de Physique*, **10**, 1929, p. 52.

précision de ses mesures. La lumière qui vient former les anenaux d'interférence est *rectilignement polarisée* (1).

On sait que divers auteurs ont essayé d'établir une théorie de la diffusion de la lumière dans les milieux denses en faisant intervenir les ondes élastiques qui résultent de l'agitation thermique du milieu. Ils aboutissent tous (2) à la même conclusion; la raie excitatrice, de longueur d'onde λ, ne se retrouve pas dans la lumière diffusée; elle y est remplacée par deux raies symétriques, de longueurs d'onde $\lambda \pm d\lambda$, avec

$$d\lambda = \lambda \frac{2un}{c} \sin\frac{\theta}{2}$$

($u =$ vitesse du son et $\frac{c}{n} =$ vitesse de la lumière dans le diffuseur). En appliquant cette formule à la radiation 4358 Å diffusée par le benzène (température de 20° environ) on obtient (en Å) $d\lambda = 0,052 \sin\frac{\theta}{2}$. Ce changement de longueur d'onde n'est pas très différent des déplacements mesurés; il est, lui aussi, proportionnel à $\sin\frac{\theta}{2}$, et il semble bien que les ondes élastiques interviennent dans le phénomène observé (3). Mais la théorie fait disparaître la radiation primitive pour la remplacer par deux radiations symétriques et d'intensités sensiblement égales; il y a là une différence profonde entre les conclusions théoriques et les résultats expérimentaux. L'expérience montre en effet une dissymétrie qui n'avait pas été prévue et dont la cause n'apparaît pas encore clairement.

---

(1) On ne peut donc pas admettre l'hypothèse de Manneback (*Zeitschrift für Physik.*, **62**, 1930, p. 250) suivant laquelle ce déplacement apparent pourrait résulter de ce que les raies de rotation de la branche R sont plus intenses que celles de la branche P.

(2) Dans l'optique classique c'est un effet Doppler ou (ce qui revient au même) un phénomène de battements entre les ondes lumineuses et élastiques (L. Brillouin, *Annales de Physique*, **17**, 1922, p. 102). Dans la mécanique ondulatoire on arrive au même changement de longueur d'onde en calculant les chocs entre les photons et les quanta associés aux ondes élastiques (Ig. Tamm, *Zeitschrift für Physik.*, **60**, 1930, p. 347).

(3) Au point critique une petite variation de pression produit d'énormes variations de densité; la vitesse de propagation des ondes élastiques devient très petite ; le changement de longueur d'onde par diffusion, négligeable. La radiation diffusée (opalescence critique) et la radiation incidente doivent avoir même structure (Y. Rocard et A. Bogros, *Journal de Physique*, **10**, 1929, p. 72).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la catalyse d'autoxydation : actions antioxygènes ou prooxygènes du fer et de ses composés.* Note de MM. **Charles Dufraisse** et **Raymond Horclois**, présentée par M. Delépine.

Nous poursuivons l'étude systématique des actions antioxygènes et prooxygènes commencée en collaboration avec Charles Moureu.

L'étude de l'activité catalytique du fer présente un grand intérêt, à cause de la très large répartition de ce métal dans la nature et surtout de sa présence dans les pigments respiratoires, agents essentiels de l'autoxydation chez les animaux supérieurs. Mais elle avait à nos yeux une importance spéciale parce que le fer est considéré par les auteurs comme un catalyseur d'autoxydation uniquement positif, donc exclusivement prooxygène [1]. Or, Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et leurs collaborateurs ont démontré que de nombreux éléments et leurs composés manifestent le phénomène désigné sous le nom de « parenté des catalyses inverses », c'est-à-dire l'aptitude pour un catalyseur de fonctionner suivant les deux sens opposés, antioxygène ou prooxygène. Y aurait-il une remarquable exception pour le fer ?

Nos expériences ont porté sur les corps autoxydables suivants : acroléine, aldéhyde benzoïque, furfurol, styrolène, essence de térébenthine, sulfite de sodium en solution aqueuse légèrement acide ou légèrement alcaline.

Comme catalyseurs, on a utilisé : à la dose de 1/100, les corps minéraux suivants, fer métallique, oxyde ferreux anhydre, hydrate ferrique, chlorure ferreux anhydre, chlorure ferrique anhydre, iodure ferreux, sulfate ferreux anhydre, sulfate ferrico-ammonique, oxalate ferreux, ferrocyanure de potassium, ferricyanure de potassium, bleu de Prusse, bleu de France, et, à la dose de 1/50, acétylacétonate ferrique.

De plus, en raison de l'importance du rôle que joue le fer dans les pigments respiratoires, on a expérimenté avec l'un de ces pigments l'oxyhémoglobine, ses dérivés et plusieurs des pigments ferrugineux dérivés de son groupement prosthétique; comme hémoglobines, on a utilisé celles du cheval et du bœuf. Les catalyseurs de cette catégorie ont été : à la dose de 1/10, correspondant à une concentration en fer de l'ordre de 3,5/10000,

(1) Toutefois, E. Berl et K. Winnacker, dans une toute récente publication (*Zeit. Phys. Chem.*, 148, 1930, p. 261), viennent de faire connaître une action antioxygène du fer colloïdal vis-à-vis de l'aldéhyde benzoïque.

oxyhémoglobine, méthémoglobine, carboxyhémoglobine; à la dose de 1/25, correspondant à une concentration en fer de l'ordre de 3,5/1000, hématine, α-chlorhémine, β-chlorhémine. β-bromhémine, diméthyléther de l'α-chlorhémine, soit au total 22 catalyseurs très variés.

Tous ces corps ont été préparés par nous avec des précautions dont le détail n'a pas sa place dans le présent résumé, pas plus d'ailleurs que l'exposé complet de nos expériences et des graphiques obtenus. Voici brièvement quelques indications.

a. Comme nous l'avons constaté pour tous les autres éléments, l'activité catalytique du fer est variable, en intensité et en signe, suivant la forme chimique qu'il revêt dans le catalyseur, et suivant la nature des matières autoxydables auxquelles on l'oppose.

Nos résultats font ressortir l'influence parfois déterminante qu'exerce la partie non ferrugineuse de la molécule du catalyseur, quel que soit par ailleurs le degré d'oxydation de l'atome métallique ou son état plus ou moins dissimulé.

Ainsi deux sels ferreux, le chlorure et l'iodure sont, le premier, accélérateur, et le second, retardateur pour l'autoxydation de l'aldéhyde benzoïque et pour celle de l'acroléine.

De même, deux sels ferriques, le sulfate ferrico-ammonique et l'acétylacétonate ferrique, se montrent, le premier, fortement prooxygène et, le second, nettement antioxygène vis-à-vis du sulfite de sodium.

Il va sans dire que, chez les catalyseurs plus complexes et surtout chez les grosses molécules du genre de l'oxyhémoglobine, le reste non ferrugineux exerce, *a fortiori*, une influence sur la catalyse qui peut aller, elle aussi, jusqu'à une inversion du sens.

Il y a donc là une première raison qui devrait empêcher de considérer *a priori* tout catalyseur à base de fer comme devant être uniquement positif.

b. Passant sur les actions positives (prooxygènes), qui sont bien connues, nous n'allons relater que nos observations d'effets antioxygènes.

Ont agi comme antioxygènes : l'oxyde ferreux pour le furfurol; l'hydrate ferrique pour le sulfite de sodium en solution légèrement alcaline; le chlorure ferrique pour l'aldéhyde benzoïque (*fig*. 1) et le furfurol (*fig*. 2); l'acétylacétonate ferrique pour le sulfite de sodium en liqueur faiblement acide ou faiblement alcaline et pour le furfurol; l'oxyhémoglobine, le carboxyhémoglobine, la méthémoglobine pour le furfurol et à un degré moindre pour l'acroléine et le sulfite de sodium; l'α-chlorhémine pour le furfurol; la β-chlorhémine, l'hématine, le diméthyléther de l'α-chlorhémine et la β-brom-

hémine pour le furfurol, l'acroléine, et à un moindre degré pour le sulfite de sodium et l'aldéhyde benzoïque.

Rappelons enfin nos publications antérieures (1923 et 1926) où étaient signalées des actions antioxygènes de l'iodure ferreux, du ferrocyanure de potassium et du sel ferrique correspondant.

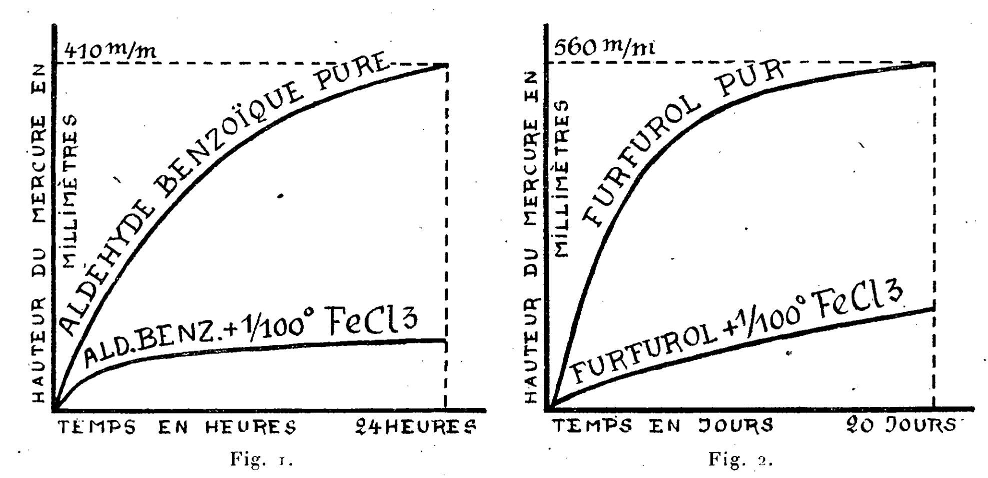


Fig. 1. Fig. 2.

Actions antioxygènes du perchlorure de fer.

On voit ainsi que des effets retardateurs se retrouvent chez les dérivés du fer les plus variés.

Le fer ne se singularise donc pas parmi les autres éléments étudiés jusqu'ici : il est capable, lui aussi, de fonctionner comme antioxygène, et, la notion de « parenté des catalyses inverses » s'applique aux catalyseurs ferrugineux comme aux autres, avec toutes ses conséquences théoriques et pratiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude de la coulée des alliages légers d'aluminium. Influence de la composition chimique.* Note de M. **André Courty**, présentée par M. Léon Guillet.

Dans une Note précédente (¹) j'ai étudié l'influence des différents facteurs physiques, sur la facilité de coulée ou « coulabilité ». J'ai poursuivi mes recherches en comparant les coulabilités des principaux alliages d'aluminium. J'ai utilisé pour cela l'éprouvette et le dispositif de coulée à clapet fusible que j'ai précédemment définis.

(¹) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 936.

MM. L. Guillet et A. Portevin ont déjà montré [1] qu'il existe des relations étroites entre la coulabilité, la composition chimique et la constitution.

J'ai étudié l'influence de la composition et de la constitution, sur la coulabilité des alliages aluminium-silicium, aluminium-cuivre et aluminium-zinc.

Les tableaux I, II, III résument les résultats obtenus. Les éprouvettes de coulabilité en spirale ont été moulées sous une hauteur constante (20^{cm}) mais la densité différente des alliages fait varier la pression qui s'exerce pendant la coulée.

TABLEAU I. — *Coulabilité des alliages aluminium-silicium.*
(Température de coulée : 750°. Température de la coquille : 15°.)

Teneurs en Si.	Longueurs de l'éprouvette de coulabilité.	Teneurs en Si.	Longueurs de l'éprouvette de coulabilité.
%	cm	%	cm
0	37,5	8,15	41,0
0,32	35,2	10,80	49,0
0,64	34,4	12,94	55,2
0,92	25,0	13,65	57,0
1,85	24,4	15,70	62,3
3,12	27,5	17,75	62,0
3,90	29,0	19,60	60,0
5,30	31,5	21,72	62,5
5,80	32,0		

TABLEAU II. — *Coulabilité des alliages aluminium-cuivre.*
(Température de coulée : 750°. Température de la coquille : 15°.)

Teneurs en Cu.	Longueurs de l'éprouvette de coulabilité.	Teneurs en Cu.	Longueurs de l'éprouvette de coulabilité.
%	cm	%	cm
0	37,1	6,1	38,7
0,64	33,2	7,51	42,3
1,23	33,9	9,35	45,9
1,65	31,2	12,65	50,8
2,25	25,0	16,50	54,4
3,00	27,5	22,05	56,4
4,57	30,0		

(1) *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 634.

TABLEAU III. — *Coulabilité des alliages aluminium-zinc.*
(Température de coulée : 750°. Température de la coquille : 15°.)

Teneurs en Zn.	Longueurs de l'éprouvette de coulabilité.	Teneurs en Zn.	Longueurs de l'éprouvette de coulabilité.
%	cm	%	cm
0	37,5	3,90	27,0
0,30	33,4	5,50	24,5
0,61	32,5	7,10	22,4
1,10	31,9	12,20	21,7
2,10	28,7	30,00	35,3

De l'examen des tableaux on dégage les faits suivants :

1° Pour interpréter les résultats de coulabilité, il est indispensable de tenir compte du facteur densité en même temps que du facteur composition ;

2° Pour les alliages légers d'aluminium étudiés, près du métal pur, dans le domaine de solution-solide, la coulabilité diminue avec la teneur de métal en solution ;

3° Dans les alliages aluminium-silicium on peut remarquer que, malgré le relèvement rapide de leur point de fusion et leur diminution sensible de densité, les alliages hypersilicés (jusqu'à 21,72 pour 100 Si) ont une coulabilité supérieure à l'eutectique (13 pour 100 Si);

4° Dans les alliages aluminium-cuivre, l'alliage à 6 pour 100 de cuivre a la même coulabilité que l'aluminium, et l'alliage à 12 pour 100 de cuivre dépasse de 20 pour 100 la coulabilité de l'aluminium pur;

5° Dans la large zone de solution solide du diagramme aluminium-zinc la coulabilité est diminuée, et malgré les augmentations rapides de densité. Il faut 30 pour 100 de zinc pour obtenir la même coulabilité qu'avec l'aluminium pur.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les phospho- et silicotungstates de quelques bases quaternaires. Applications analytiques.* Note de MM. **L. Lematte**, **G. Boinot**, **E. Kahane** et Mme **M. Kahane**, présentée par M. A. Desgrez.

Les acides phosphotungstique et silicotungstique forment, avec les bases organiques, des sels auxquels on a attribué les formules générales

$$12\,WO^3,\quad PO^4H^3,\quad 3\,Alc.,\quad m\,H^2O,$$
$$12\,WO^3,\quad SiO^2,\quad 4\,Alc.,\quad n\,H^2O.$$

On a signalé des exceptions et souligné, dans le cas de nombreux alcaloïdes, des variations de composition du sel précipité suivant les conditions de formation.

Nous avons étudié les phospho- et silicotungstates de choline, d'acétylcholine, d'α-méthylcholine, d'α-méthylacétylcholine, de bromocholine, d'éthyléther de la bétaïne et de l'hydrate de triméthylallylammonium.

Nous avons pu constater que la composition de ces corps reste constante, quelles que soient les conditions de la précipitation. Avec la choline, en particulier, nous avons opéré en milieu neutre, faiblement ou fortement acide, dilué ou concentré, à chaud ou à froid, en présence d'excés de l'un ou l'autre des réactifs, en présence de diverses substances inertes. Les sels de choline précipités restaient identiques à eux-mêmes et correspondaient aux formules

$$12\,WO^3PO^4\,[N(CH^3)^3C^2H^4OH]^3$$
$$12\,WO^3SiO^4[N(CH^3)^3C^2H^4OH]^4.$$

Nous jugeons préférable de ne pas écrire les sels d'ammonium quaternaire sous la forme dualistique, qui peut conduire à leur attribuer une composition incorrecte. En effet, Drummond attribue an phosphotungstate de choline la formule

$$12\,WO^3PO^4H^3[HON(CH^3)^3C^2H^4OH]^3.$$

Il serait plus logique d'écrire, si ce corps répondait vraiment à cette composition :

$$12\,WO^3PO^4[N(CH^3)^3C^2H^4OH]^3\,3H^2O.$$

Mais il résulte de nos expériences que le phospho- et le silicotungstate de choline, comme ceux des autres bases quaternaires examinées, cristallisent anhydres. Les formules des phospho- et silicotungstates des bases quaternaires sont donc, dans la mesure où le caractère particulier des corps étudiés (ils sont tous à noyau triméthylammonié) nous permet de généraliser ;

$$12\,WO^3PO^4\,(NRR'R''R''')^3$$
$$12\,WO^3SiO^4(NRR'R''R''')^4.$$

L'incinération au rouge sombre des phospho- et silicotungstates des bases organiques laisse un résidu fixe répondant à la formule

$$12\,WO^3PO^3H \quad \text{ou} \quad 12\,WO^3SiO^2.$$

Nous avons déterminé, pour quelques bases, le rapport du poids d'an-

hydride au poids du sel sec de l'incinération duquel il résulte. Il correspond avec précision au rapport calculé d'après les formules ci-dessus :

		Trouvé.	Calculé.
Choline	Phosphotungstate.	89,65	89,74
	Silicotungstate....	86,34	86,38
Acétylcholine	Phosphotungstate.	86,32	86,33
	Silicotungstate....	82,30	82,18
α-Méthylcholine	Phosphotungstate.	88,54	88,58
	Silicotungstate....	84,80	84,94
α-Méthylacétylcholine	Phosphotungstate.	85,27	85,22
	Silicotungstate....	80,99	80,88
Bromocholine	Phosphotungstate.	84,78	84,75
	Silicotungstate....	80,34	80,24
Éthyléther de la betaïne	Phosphotungstate.	86,38	86,33
	Silicotungstate....	82,31	82,18
Hydrate de triméthylallylammonium	Phosphotungstate.	90,02	90,08
	Silicotungstate....	86,80	86,80

Nous avons utilisé la précipitation des phospho- et silicotungstates des bases quaternaires pour diverses fins analytiques : 1° la faible solubilité des phospho- ou silicotungstates de la plupart de ces corps, en particulier de ceux de choline et d'acétylcholine, permet un dosage gravimétrique approché à 2-3 pour 100 près, par pesée de sel sec ou du résidu d'incinération; 2° la détermination du rapport entre le poids du sel sec et le poids du résidu, après incinération, correspondant à une base inconnue pure, permet de l'identifier, par son poids moléculaire, avec une bonne approximation; 3° lorsque l'on connaît la base étudiée, la même détermination permet, en général, de vérifier si cette substance est pure ou mélangée à des bases de poids moléculaire différent; 4° dans le cas particulier d'un mélange de deux bases de poids moléculaires différents, la même détermination permet de calculer le rapport pondéral ou moléculaire des deux bases; 5° dans le cas d'une base instable, donnant par décomposition une base de poids moléculaire différent, on peut, de même, déterminer le taux de décomposition de la substance primitive.

Nous avons fait l'étude de l'acétylcholine dont les sels sont progressivement hydrolysés en solution aqueuse, avec formation de choline. La marche de l'hydrolyse peut être suivie avec une approximation d'environ 3 pour 100 par précipitation phospho- ou silicotungstique et pesée, puis incinération du précipité. Cette méthode nous a permis de suivre la décomposition du chlorure d'acétylcholine dissous dans divers solvants oxhydrilés (alcool éthylique, glycol, glycérine et leurs dérivés).

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hyposulfite de sodium sur l'iodate de potassium en milieu faiblement acide.* Note de MM. **E. Carrière** et **Juillard**, présentée par M. C. Matignon.

Lorsqu'on verse une solution d'hyposulfite de sodium dans une solution d'iodate de potassium préalablement additionnée d'acide chlorhydrique, de manière à présenter une acidité de l'ordre de $\frac{HCl}{10}\frac{mol/gr}{litre}$, on observe la production d'iode.

L'introduction d'hyposulfite de sodium est prolongée jusqu'à la disparition exacte de l'iode.

L'étude de ce phénomène peut être interprétée par les deux réactions suivantes :

$$(1) \qquad IO^3H + 6S^2O^3Na^2 + 2H^2O = 5NaOH + NaI + 3S^4O^6Na^2,$$

$$(2) \qquad 4IO^3H + 3S^2O^3Na^2 = 3H^2O\,4HI + 6SO^4NaH.$$

Pour contrôler l'exactitude de ces réactions il est fait usage d'une solution d'iodate de potassium renfermant 1^g d'iodate dans 100^{cm^3} d'eau; d'une solution d'hyposulfite de sodium $\frac{S^2O^3Na^2}{10}\frac{mol/gr}{litre}$; d'une solution d'acide chlorhydrique $\frac{HCl}{2}\frac{mol/gr}{litre}$; d'une solution de soude $\frac{NaOH}{2}\frac{mol/gr}{litre}$.

Une première méthode de vérification a consisté pour un essai donné, à rechercher la quantité de bisulfate de sodium engendrée, par dosage pondéral sous forme de sulfate de baryum. Cette quantité correspond à un poids déterminé d'iodate de potassium en se basant sur l'équation (2); le complément de l'iodate de potassium utilisé est supposé réduit par l'hyposulfite de sodium qui se transforme en tétrathionate d'après l'équation (1). On peut aussi calculer la quantité totale de solution d'hyposulfite de sodium nécessaire à la réduction de l'iodate et comparer cette quantité à la quantité de cette solution employée effectivement.

Une seconde méthode de vérification consiste à tenir le compte par titrage de l'acidité ou de l'alcalinité produite dans la réaction. En utilisant 20^{cm^3} d'une solution d'iodate de potassium à 1 pour 100 et en admettant que la réaction (2) s'effectue exclusivement, il suffirait de 7^{cm^3} de $\frac{S^2O^3Na^2}{10}\frac{mol/gr}{litre}$ et il naîtrait une acidité correspondant à $2^{cm^3},8$ $\frac{HCl}{2}\frac{mol/gr}{litre}$; la réaction (1)

s'effectuant, au contraire, exclusivement il faudrait 56^{cm^3} de $\frac{S^2O^3Na^2}{10}\frac{mol/gr}{litre}$ et il naîtrait une alcalinité égale à $11^{cm^3},2\ \frac{NaOH}{2}\frac{mol/gr}{litre}$. Dans un essai donné de réduction de 20^{cm^3} d'une solution d'iodate de potassium à 1 pour 100 acidifiée, il a fallu a^{cm^3} de $\frac{S^2O^3Na^2}{10}\frac{mol/gr}{litre}$. En conséquence, le pourcentage de l'acide iodique qui se transforme en acide iodhydrique avec production de tétrathionate à partir de l'hyposulfite de sodium est $\frac{a-7}{49}\times 100$; le pourcentage de l'acide iodique qui se transforme en acide iodhydrique avec production de sulfate acide de sodium à partir de l'hyposulfite de sodium est $\frac{56-a}{49}\times 100$. Il est facile, d'après ces éléments, de calculer l'acidité ou l'alcalinité créée que l'on doit trouver et de comparer cette acidité ou cette alcalinité à l'acidité ou à l'alcalinité créée déterminée expérimentalement. La concordance entre les résultats expérimentaux et les résultats calculés théoriquement a été bonne pour les deux méthodes, mais surtout pour la deuxième méthode, comme en témoigne le tableau suivant :

Numéro de l'essai.	Centimètres cubes de IO^3K à 1 pour 100.	Centimètres cubes de $\frac{HCl}{2}\frac{mol/gr}{litre}$.	Centimètres cubes d'eau.	Centimètres cubes de $\frac{S^2O^3Na^2}{10}\frac{mol/gr}{litre}$ versés.	Alcalinité calculée créée en centimètres cubes de $\frac{NaOH}{2}\frac{mol/gr}{litre}$.	Alcalinité trouvée créée en centimètres cubes de $\frac{NaOH}{2}\frac{mol/gr}{litre}$.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
1...	10	5	15	26,8	5,2	5
2...	10	10	15	23,2	4,2	4,2
3...	20	10	30	50	9,4	9,4
4...	20	20	10	17,5	0,2	0

Voici qu'elle est l'influence des divers facteurs sur la réaction. A une même température et pour une même concentration en acide chlorhydrique et en iodate, la quantité d'hyposulfite de sodium nécessaire à la réaction diminue quand la durée d'addition augmente. La formation de sulfate est donc favorisée par une lente introduction de l'hyposulfite de sodium.

La formation de sulfate est favorisée à une même température, pour une même concentration en iodate et pour une même durée d'introduction de l'hyposulfite de sodium par une augmentation de l'acidité chlorhydrique. La formation de sulfate est favorisée pour des concentrations les mêmes en iodate et en acide chlorhydrique et pour une même durée d'introduction de

l'hyposulfite de sodium par une élévation de température. La température restant constante, de même que la durée d'introduction de l'hyposulfite et que les concentrations relatives de l'acide chlorhydrique et de l'iodate, on observe que la formation du tétrathionate est favorisée par la dilution.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide cyanique et de l'urée par oxydation ammoniacale du carbone*. Note de M. **Georges Laude**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

1. Alors que la synthèse de l'acide cyanique par oxydation ammoniacale des principes carbonés était considérée comme irréalisable, M. R. Fosse [1] a montré que les protides, les glucides, le glycérol, l'aldéhyde formique, engendrent des quantités importantes de carbimide lorsqu'on les oxyde en présence d'ammoniaque.

Nous avons généralisé [2] cette synthèse en montrant que la plupart des fonctions de la chimie organique peuvent donner des substances capables de se transformer en acide cyanique par oxydation.

2. Le carbone semble s'unir dans les mêmes conditions à l'azote, à l'oxygène et à l'hydrogène pour former l'acide cyanique.

Comme nous n'avions pu d'abord réaliser cette synthèse qu'avec de faibles rendements, on pouvait objecter que la carbimide formée provenait non du carbone lui-même, mais des impuretés dont il était souillé.

Dans de nouvelles expériences nous avons opéré sur du charbon de camphre et sur du charbon d'acétylène.

3. La combustion de camphre au creuset ouvert donne une poudre charbonneuse impalpable, d'une très grande légèreté, qu'on épuise au Soxhlet par le benzène cristalisable, jusqu'à obtention d'un liquide incolore, puis d'une manière semblable par l'éther.

Le produit est enfin chauffé au rouge sombre dans un tube à combustion, sous un vide aussi poussé que possible.

L'analyse de cette matière est effectuée, soit en présence de chromate de plomb, soit en présence d'un mélange de chromate de plomb et de bichromate de potassium ($\frac{1}{10}$).

---

(1) R. Fosse, *L'urée*, Paris, 1928, p. 125-151.

(2) R. Fosse et G. Laude, *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 684 et 1240; 173, 1921, p. 318. — G. Laude, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 435.

Matière.	CO^2.	H^2O.	C pour 100.	H pour 100.
0,1960	0,6966	0,036	96,93	2,30
0,1042	0,366	0,0195	95,97	2,08
0,118	0,42	0,024	97	2,25

Le charbon d'acétylène que nous avons pu nous procurer présentait un grand état de pureté, ainsi que l'établissent les analyses que nous avons effectuées.

Matière.	CO^2.	H^2O.	C pour 100.	H pour 100.
0,1233	0,444	0,0155	98,20	1,39
0,124	0,4505	0,015	99,08	1,34
0,192	0,6974	0,030	99,06	1,73

4. Nous avons pu réaliser à partir de ces deux charbons, la synthèse de l'acide cyanique en opérant sur une faible quantité de matière ($0^g,1$).

PROPORTIONS DE RÉACTIFS ET RÉSULTATS :

Charbon de camphre, $0^g,1$. Poudre de cuivre, 1^g. NH^3 concentrée, 30^{cm^3}. MnO^4K, 20^g, ce dernier introduit en quatre fois. Température 40-45°. Durée de l'oxydation, 30 heures environ. Volume de la liqueur d'oxydation, 30^{cm^3}.

L'acide cyanique a été transformé, par l'addition de NH^4Cl, en urée et celle-ci dosée par le xanthydrol.

	Avant chauffage.	Après chauffage.
Dixanthylurée pour 5^{cm^3}	0	0,019
Urée pour 100^g de carbone	0	16,28
Acide cyanique pour 100^g de carbone	11,39	

Charbon d'acétylène. — Mêmes proportions de réactifs et mêmes conditions expérimentales.

	Avant chauffage.	Après chauffage.
Dixanthylurée pour 100^{cm^3}	0	0,021
Urée pour 100^g de carbone	0	9
Acide cyanique pour 100^g de carbone	6,3	

Ce charbon d'acétylène, de par son mode d'obtention, est vraisemblablement un mélange de carbone amorphe et de graphite. Il doit présenter dans ces conditions une aptitude moins grande à l'oxydation. La transformation en acide cyanique est en effet moins aisée qu'avec le charbon de camphre.

Identification de l'acide cyanique. — La liqueur d'oxydation reçoit du

nitrate d'argent, puis de l'acide azotique dilué jusqu'à réaction faiblement alcaline. Les cristaux de CONAg obtenus par deux dissolutions du précipité dans l'eau chaude (¹), séchés, donnent très nettement les réactions colorées microchimiques du cobalti-cyanate de potassium et de l'hydroxylurée.

D'autre part, $0^g,0905$ de ce sel argentique, un léger excès de NH^4Cl, et 40^{cm^3} d'ammoniaque sensiblement binormale sont introduits dans une petite fiole à bec. Après avoir été porté 10 à 15 minutes à la température de 90-92°, le milieu réactionnel est acétifié et l'on recueille sur creuset de Gooch taré AgCl formé.

Filtrat et eaux de lavage sont recueillis et complétés à 20^{cm^3}.

Sur une partie on dose l'urée.

	Matière.	AgCl.	Trouvé.	Théorie.
Argent pour 100^g de cyanate	0,0905	0,0858	71,35	72
Xanthylurée pour 20^{cm^3}	0,0252	–	–	–
Urée pour 100^g de cyanate	–	–	39,77	40

5. L'analyse élémentaire donne habituellement un chiffre trop faible pour le carbone et un chiffre trop fort pour l'hydrogène. La pureté des échantillons de carbone mis en expérience était donc plus grande que celle indiquée par l'analyse. Les rendements obtenus en acide cyanique, l'identification de celui-ci par des réactions colorées microchimiques d'une grande sensibilité et par le plus sûr des critériums, l'analyse quantitative, permettent d'envisager que la synthèse de l'acide cyanique par oxydation ammoniacale peut être réalisée à partir de l'élément fondamental de la chimie organique.

GÉOLOGIE. — *Un élément de décision pour la controverse relative à la mer saharienne plio-pléistocène.* Note (²) de M. **Conrad Kilian**.

Après les travaux de Pomel et de Flamand, l'hypothèse de pénétrations marines plio-pléistocènes importantes au Sahara avait été complètement rejetée.

Dans des publications récentes, j'ai indiqué que la controverse pourrait bien renaître en ce qui concerne le fond de la cuvette crétacico-tertiaire sud-constantinoise, dans lequel les connaissances d'alors ne s'opposaient

(¹) R. Fosse, *L'Urée*. Paris, 1928, p. 125-151.

(²) Séance du 1er décembre 1930.

en rien à imaginer un vaste golfe méditerranéen établi à la fin du Pliocène et disparu par retraits successifs au cours du Pléistocène.

Au cours de mes plus récentes randonnées dans les régions situées au *sud-est d'Ouargla*, j'ai découvert : 1° aux Gour Bakrat, à quelques kilomètres à l'est d'Ouargla et, plus loin vers l'Est et Sud-Est, 2° près d'Hassi el Khénami; 3° près d'Hassi Smiri; 4° près d'*Hassi Madjeira*; 5° près d'Hassi beni-Khalifat, *des niveaux à végétaux*.

Ces niveaux argilo-arénacés, parfois gypseux, sont situés aux environs de la cote 180, vers le haut des escarpements découpant la vaste terrasse qui, à l'est de l'Oued Mya, semble répondre dans le mode le plus élevé aux terrasses de l'ouest de l'Oued Mya attribuées par Flamand à son *Terrain des Gours ou à sa Carapace Hamadienne* (?).

Les végétaux dont il s'agit consistent en empreintes charbonneuses accompagnées de Spirophyton; ils sont conservés dans des positions variées distinctes de l'horizontale. Il n'existe aucun élément ligneux, aucune graine ni fruit. *Ce sont peut-être des algues.*

Des figures d'algues du groupe des *Udotea*, de l'Expédition du Siboga rappellent ces restes végétaux.

La consultation de l'herbier Thuret-Bornet m'a confirmé dans cette constatation que les végétaux d'Hassi Madjeira (pour les qualifier par leur premier gisement découvert) *ressemblent beaucoup* à des algues du groupe des *Udotea*.

Ces végétaux du Terrain des Gours ou la Carapace Hamadienne (?) de l'est de l'Oued Mya sont les premiers témoins de paléo-biologie révélés dans ces formations jusqu'alors dépourvues de restes fossiles; ils permettent d'envisager l'hypothèse marine avec plus d'attention.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur l'âge des calcaires des Monts de Lacaune.* Note de M. **M. Thoral**, présentée par M. L. Cayeux.

Les Monts de Lacaune, au sud du Massif central, sont adossés au flanc nord du massif gneissique de l'Espinouze. Ils sont constitués par des terrains primaires comprenant des calcaires, des schistes et des grès. Les calcaires jalonnent les zones axiales d'anticlinaux parallèles entre eux, orientés suivant la direction varisque SW-NE. Boisse [1] les rangeait dans

[1] Boisse, *Esquisse géol. du département de l'Aveyron*, Imp. nat. 1870, 410 pages, 1 carte.

les « terrains de transition »; plus tard Bergeron les plaçait dans le Dévonien inférieur ([1]) puis dans le Géorgien ([2]).

J'ai exploré quelques-unes de ces zones calcaires et fait d'intéressantes observations sur l'âge de trois d'entre elles.

L'une débute aux environs de Murat-sur-Vèbre (Tarn), à Causse (feuille n° 232, Bédarieux NW). Le calcaire y est cristallin, gris rosé, dolomitique par places. Il s'ennoie sous des schistes cambriens près de Félines, reparaît sur les pentes W du ruisseau de Poux et se poursuit vers Arnac et Tauriac sur une longueur de plus de 20^{km}. Le substratum de ces calcaires est formé de schistes verts, tendres, visibles dans le lit du ruisseau du Poux où ils renferment de petites amandes calcaires et sur la route de Maussac à Tauriac, où l'on y observe des grès interstratifiés. Ces schistes sont identiques à ceux signalés par M. Miquel sous les calcaires à *Archæocyathus* de la Montagne Noire (Coulouma) et qui renferment une faune à *Paradoxides Rouvillei* (Acadien inférieur). Les bancs supérieurs du calcaire de Murat sont minces, ils alternent avec des schistes noirs et sont recouverts par d'autres schistes, lie de vin, jaunes, puis verts, sporadiquement ardoisiers avec débris de Trilobites et attribués au Potsdamien par le regretté Bergeron. En s'écartant de l'axe anticlinal, vers le Sud, les schistes sont moins plissés et plus tendres; en cinq points différents, j'y ai découvert une faune à *Paradoxides* gr. *mediterraneus*, *Ctenocephalus coronatus*, *Conocoryphe Héberti*, etc., caractéristique de l'Acadien moyen. La zone calcaire de Murat occupe l'axe d'un anticlinal qui est poussé vers le Sud-Est et qui se superpose, en contact anormal, au Trémadoc supérieur fossilifère, depuis le ruisseau de Poux jusqu'à l'est d'Arnac.

Je crois devoir la dater de l'Acadien inférieur, ainsi que MM. Miquel, Blayac et Daguin l'ont fait pour les calcaires à *Archæocyathus* de la Montagne Noire. J'attribue le même âge à une deuxième zone passant par Boissezon et Mélaques.

Bergeron a délimité près de Murasson (Aveyron), et encore sous le terme de Géorgien, un autre affleurement calcaire qui débute à la Fage et disparaît à 8^{km} au Nord-Est sous les grès rouges du Saxonien au pas de la Bataillolle. On y voit de bas en haut : (*a*) des strates d'un calcaire cristallin, noir, veiné de calcite; (*b*) des schistes noirs, très plissés à nodules calcaires

---

([1]) J. Bergeron, *Étude géol. du massif ancien situé au sud du Plateau central* (*Ann. Sc. géol.*, 22, 1889, IV-362 pages, 9 planches, 1 carte).

([2]) J. Bergeron, *Carte géol.* au $\frac{1}{80000}$, Feuilles Bédarieux n° 232, Saint-Affrique n° 220.

aplatis en amandes et lentilles de calcaire à entroques; (c) des calcaires à entroques en bancs minces avec lits de schistes satinés interstratifiés.

Dans les schistes (b) j'ai recueilli : *Cardiola interrupta*, de nombreux *Orthocères*, des *Brachiopodes*, *Gastéropodes Lamellibranches* dont l'étude confirmera certainement l'âge gothlandien que leur donne déjà *Cardiola interrupta*. Les gisements que j'ai découverts : la Fage, colline de *Cabrières* (nord de Murasson), les Cambons sont tous dans l'affleurement attribué au Géorgien par Bergeron. Dans les calcaires (c) j'ai recueilli des fragments de tiges d'Encrines et des Lamellibranches (Gore del Pon, Ravin de Bourel, Mas de Barthes). Cette zone calcaire et schisteuse de Murasson est donc en partie sinon en totalité du Gothlandien. Elle se relie d'ailleurs au lambeau gothlandien figuré par mon savant prédécesseur au sud-ouest de Murasson. Elle est recouverte au Nord par une lame de schistes sériciteux, « frisés », lardés de filons de quartz, qui a les caractères *mylonitiques* d'une base d'écaille. Au-dessus sont des schistes sériciteux dont la puissance dépasse 100^{m}. Il y a là un recouvrement anormal dû à des efforts tangentiels venus du Nord-Ouest, qu'on voit bien dans les anciennes galeries de mine de la colline de Cabrières.

En résumé, de ces nouvelles observations, je conclus que :

1° Les formations calcaires des Monts de Lacaune constituent l'ossature du relief de la région. Elles affleurent suivant des zones axiales anticlinales approximativement orientées SW-NE. *Certaines sont couchées, simplement poussées et d'autres charriées sur des formations plus récentes.*

Donc la tectonique des Monts de Lacaune n'est pas aussi simple que l'examen de la carte géologique pourrait le laisser croire.

2° L'âge de ces calcaires est à établir zone par zone; s'il en est d'acadiennes, celles de Boissezon et de Murat, par exemple, d'autres peuvent être plus jeunes : celle de *Murasson est gothlandienne.*

GÉOLOGIE. — *Observations sur l'altération continentale de certains sédiments.* Note de M. E. **Bruet**, présentée par M. L. Cayeux.

Les géologues suisses ont depuis longtemps appelé l'attention sur les phénomènes d'altération des calcaires. E. Fleury [1] relate que, dès 1852,

[1] E. Fleury, *Le sidérolithique suisse, contribution à la connaissance des phénomènes d'altération superficielle des sédiments* (Fribourg, 1909, p. 206 et 207).

A. Quiquerez distinguait dans le Jura suisse quatre sortes d'altérations, soit : l' « altération pâteuse », l' « altération à aspect igné », l' « altération dolomitique » et l' « altération siliceuse ».

Mais la *structure* de ces roches n'a pas encore donné lieu, à ma connaissance, à une étude systématique.

Dans une précédente publication (1) j'ai donné quelques indications d'ordre général sur l' « altération à aspect igné », je vais étudier l' « altération pâteuse ».

Les observations en pays calcaire les plus précises sont faites sur les épontes des fractures, lorsque ces épontes forment des bancs continus. A une certaine distance de la fracture et en direction de celle-ci on part d'un calcaire normal, puis on voit progressivement naître d'importantes modifications dans la structure de la roche. Ces modifications doivent comme bien entendu être suivies sur des lames minces au microscope car la loupe est insuffisante. Le calcaire a de plus en plus tendance à s'isoler en plages circulaires ou elliptiques, épousant souvent le contour des microorganismes, au milieu de calcite finement cristallisée. Or ce calcaire est à grains fins et il se rapproche beaucoup du calcaire lithographique. Il est sublithographique.

Dans la fracture, l'éponte peut présenter l'un des types d'altération ci-dessus indiqués.

Dans le cas de l'« altération pâteuse », la roche est recouverte d'un enduit blanchâtre pulvérulent, ce qui faisait écrire à Fleury (2) : « La roche devient farineuse... ».

Pour étudier l' « altération pâteuse », j'ai fait exécuter des préparations sur des échantillons après dessiccation, de façon que la lame mince soit à cheval sur la roche et sur son recouvrement pulvérulent. La poudre blanchâtre du calcaire décomposé a été étudiée également, séparément, entre lame et lamelle. Au microscope, avec un fort grossissement, le calcaire apparaît comme constitué par des très petits éléments de calcite ayant des contours quelconques. L' « altération pâteuse » est caractérisée par la mise en liberté de ces éléments qui donnent lieu à une pâte si la roche est soumise à l'humidité.

Ce phénomène est très général en pays calcaire, je l'ai observé notam-

---

(1) E. Bruet, *Sur l'altération continentale des sédiments* (*Bull. Société Sciences Nat. de la Haute-Marne*, **12**, fasc. 1, 1930).

(2) E. Fleury, *Op. cit.*, p. 207.

ment en Tunisie : Koudiat S[i] Mabrouk, Djebel Sékarna, Djebel Mélaliss, Djebel Tabouna (calcaires sénoniens), Djebel Touireuf (calcaires sénoniens et nummulitiques), Aïn-Alléga (calcaires nummulitiques), etc. Partout il est en rapport avec des fractures minéralisées.

Dans la bordure jurassique du Bassin de Paris, j'ai étudié les calcaires bathoniens et lusitaniens dans des fractures ou sur des plateaux. Ici, l'« altération pâteuse » contribue pour beaucoup à la formation du limon des plateaux, mais elle ne peut à elle seule expliquer l'élaboration de cette couverture meuble des plateaux calcaires. J'ai indiqué (1) que l'on pouvait penser, dans certains cas, à une formation alluviale, mais généralement on a affaire à un phénomène très complexe sur lequel je reviendrai.

Dans certains gisements tunisiens (zinc et plomb), on peut déceler à l'aide des phénomènes d'altération en pays calcaire une phase *per descensum* qui a suivi la mise en place du minerai et qui a donné lieu à des oxydations et à des concentrations.

Ainsi la cérusite est rencontrée fréquemment à un niveau plus bas que la galène (Djebel Touireuf).

On suit très nettement dans la roche le progrès de l'altération continentale et de ses divers faciès. On constate qu'elle est particulièrement marquée au niveau des amas. Il est net que ces amas sont dus à un véritable *lessivage per descensum* du minerai. Des fragments de calcaire sublithographique restent englobés dans les carbonates de plomb. A la phériphérie de ces fragments et sur une certaine épaisseur, on remarque l'« altération pâteuse ». Ils disparaissent peu à peu en profondeur en laissant des vides dans les carbonates de plomb. Dans certaines de ces cavités, le calcaire ne laisse plus qu'un résidu de l'« altération pâteuse ».

Enfin, dans de nombreux gisements tunisiens, au plus bas niveau, on rencontre des grottes tapissées de calcite avec stalagtites et stalagmites (Djebel Sékarna et Djebel Matmata), c'est alors la fin de la minéralisation utile.

OCÉANOGRAPHIE. — *Le cycle de l'eau; les colonnes liquides et les cônes de giration.* Note de M. **J. Thoulet**.

Le volcanisme sous-marin abyssal dont les graphiques densimétriques ont laissé constater l'abondante distribution sur le fond de l'Océan, l'exis-

(1) E. Bruet, *Sur la nature et l'âge du limon des plateaux au nord-est de la Ferté-sur-Aube* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 723).

tence reconnue des colonnes liquides montantes et descendantes et celle des cônes de giration obtenues à l'aide de ces mêmes graphiques permettent de s'expliquer l'économie générale du cycle de l'eau dans la nature et certains détails de la circulation océanique profonde.

L'eau douce indispensable aux continents provient surtout de l'évaporation de l'eau salée de la mer dont la surface liquide continue recouvre plus des trois quarts de la surface du globe terrestre. Cette eau salée en partie vaporisée par la chaleur solaire se répand dans l'atmosphère, s'y condense et donne ainsi naissance aux météores aqueux d'eau douce qui après avoir fécondé le sol continental sous la forme de ruisseaux, cours d'eau et fleuves de tous genres, finissent par rejoindre la mer. L'eau douce est alors redevenue salée après mélange et brassage par les vagues et les courants; elle est maintenant de composition bien homogène et prête à subir une nouvelle évaporation qui forcément l'enrichira en sels et par conséquent l'alourdira. Soumise aux forces d'adsorption elle se groupera et grâce à sa faible diffusibilité thermique et saline, elle tombera verticalement en colonne compacte à travers la masse d'eau ambiante moins riche en sels et par conséquent plus légère avec laquelle elle ne se mélange qu'avec une extrême lenteur.

Elle parvient donc ainsi au contact du sol subocéanique et s'étale en nappe dans cette région volcanique où elle est traversée par les déjections volcaniques chaudes de tous genres, laves, lapilli et gaz qui lui communiquent immédiatement leur haute température; l'eau échauffée devient plus légère et commence à monter à travers la masse d'eau froide ambiante mais en remontant elle traverse maintenant des couches de plus en plus chaudes qui facilitent encore son ascension jusqu'au moment où rencontrant une nappe de densité *in situ* σ_0 identique à celle qu'elle possède elle-même et qui s'est en outre amoindrie par diffusion lente avec les eaux ambiantes déjà traversées, la colonne montante achève de se diffuser et de perdre son individualité. Redevenue eau ambiante et rapprochée de la surface, elle est prête avec la même température et la même salure qu'elle avait autrefois à subir une nouvelle évaporation de sorte que le cycle se ferme pour recommencer indéfiniment.

Cette circulation lente verticale de la mer joint ses effets à ceux de la lente circulation horizontale qui le long du sol abyssal conduit sous-marinement les eaux froides polaires vers les régions équatoriales et dont les graphiques fournissent un exemple remarquable au fond de la large fosse qui s'ouvre en face de Montevideo dans l'Atlantique sud.

Un autre fait pourrait encore s'appliquer à la question, celui des cônes

thermiques de giration représentés par deux exemples, l'un dans le Pacifique, à peu de distance de Taïti, le second dans l'Atlantique sud, près de l'île Tristan da Cunha. Ces deux cônes, centres de tourbillonnement des eaux, sont gigantesques; leur hauteur verticale est d'environ 1100^m pour le premier et 2400^m pour le second. Ils pourraient être attribués à l'action combinée de ces deux courants lents, l'un vertical, l'autre horizontal. La question pour être absolument élucidée aurait besoin d'être appuyée par des documents plus nombreux que ceux que l'on possède actuellement.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Interprétation géologique de mesures magnétiques dans le bassin de Paris.* Note de M. **J.-P. Rothé**, présentée par M. Ch. Maurain.

1° *Anticlinal du pays de Bray.* — Je me suis proposé de montrer comment un anticlinal parfaitement défini au point de vue géologique se traduit au point de vue magnétique, et j'ai choisi celui du Bray comme étant le seul plissement un peu important du bassin de Paris. L'érosion y fait apparaître en surface tous les terrains du Kimméridgien au Crétacé supérieur. L'étude magnétique a été faite avec la balance de Schmidt (composante verticale). Les valeurs indiquées plus loin sont rapportées à une station de base, elles sont corrigées des effets de la température et de la variation diurne. Les profils exécutés ont permis le tracé de cartes d'isolignes dont l'interprétation conduit aux résultats suivants :

La faille de la retombée nord, généralement invisible, ne se traduit d'aucune manière au point de vue magnétique. Au contraire la composante verticale du champ présente un maximum suivant une bande étroite, allongée NW-SE, particulièrement nette aux environs de Gerberoy (sud de Songeons). ΔZ atteint $+75\gamma$ par rapport à la station de base, soit $+15$ à $+30\gamma$ par rapport aux régions avoisinantes. C'est là *qu'affleurent* les sables et grès ferrugineux du Néocomien. La bande est étroite par suite du plongement assez fort des couches, 30° environ. A l'Ouest, les argiles bleues kimméridgiennes produisent un déficit de ΔZ $(+45\gamma)$, comme à l'Est les argiles du gault. ΔZ augmente à nouveau, plus légèrement, lorsque viennent en affleurement les calcaires portlandiens d'une part, la craie d'autre part $(+50$ à $+60\gamma)$. Sur le large affleurement des calcaires portlandiens les valeurs demeurent très constantes. Par contre, le Néocomien lorsqu'il forme la région axiale, étant peu homogène, les variations de ΔZ

y sont importantes : l'anomalie dépasse 100γ à proximité des anciennes exploitations de fer de Sorcy. Au sud de Beauvais, où l'anticlinal s'ennoie et où les couches qui constituent le noyau visible sont de plus en plus récentes, on retrouve un maximum de 15γ : bois Belloy, par exemple. Ce maximum disparaît quelques kilomètres à l'Est où n'affleurent plus que les couches supérieures au Néocomien. Plus à l'Est encore (Noailles) l'anticlinal qui n'est plus marqué que par le contact par faille du tertiaire inférieur et de la craie ne se traduit plus dans les profils : les variations de ΔZ ne dépassent plus la limite des erreurs.

Ainsi c'est seulement la présence *en affleurement* d'une couche légèrement ferrugineuse qui dénonce sur une carte magnétique, par sa direction bien définie, l'anomalie géologique. Dès que cette couche-repère plonge, l'anomalie magnétique disparaît.

2° *Anomalie magnétique du bassin de Paris.* — J'ai également effectué au variomètre vertical de nombreuses mesures dans la région de Rambouillet-Houdan, afin de préciser davantage la forme de l'anomalie découverte et étudiée par Moureaux. La forme des courbes isanomales est légèrement dissymétrique, l'anomalie décroissant plus rapidement à l'Est (140γ sur 10^{km}). La région centrale garde dans l'ensemble une valeur constante sur une largeur d'une dizaine de kilomètres avec des maxima aux environs de Houdan et de Rambouillet (+ 160γ). Un maximum secondaire qui n'apparaissait pas sur les cartes de Moureaux s'étend de Montfort vers Trappes en direction NW-SE. D'une manière générale les valeurs d'anomalies obtenues sont plus faibles que celles qu'avait indiquées Moureaux. Si l'on compare pour cette même région les résultats des réseaux magnétiques 1896-1904 et 1924, les différences, dont la plus grande part doit être attribuée à la variation séculaire, ne se placent pas au hasard, mais la région où la diminution est la plus forte est justement celle du maximum d'anomalie, qui montre ainsi une tendance à se combler.

Ces résultats, *comparés à ceux obtenus sur l'anticlinal du Bray*, montrent bien l'absence de relation entre l'anomalie et les plis de couverture du bassin de Paris, dont l'orientation presque semblable avait frappé plusieurs auteurs. Pour attribuer à l'anomalie parisienne une cause plus profonde, on est amené à envisager les dislocations accompagnant la ligne de rebroussement des plis hercyniens dont la direction dans le bassin de Paris est sensiblement la même. Or les travaux des géologues ont montré que cette ligne de « schaarung » s'incurve dans le Massif Central et se retrouve suivant une direction NE-SW dans l'est des Pyrénées. Il convient de

signaler que, en accord avec cette direction, une anomalie de la composante verticale du champ s'étend du Massif Central aux Pyrénées à travers le fossé aquitain. Cette ligne est jalonnée par Albi (anomalie par rapport à la valeur normale [1] : $+ 230\gamma$), Villefranche de Lauragais ($+ 160\gamma$), Mazères ($+ 250\gamma$), Pamiers ($+ 230\gamma$), Foix ($+ 270\gamma$) formant au sud du Massif Central la continuation de l'anomalie du bassin de Paris et dessinant ainsi depuis le Pays de Galles jusqu'aux Pyrénées un vaste arc de cercle en coïncidence avec la ligne de rebroussement des plis hercyniens.

BOTANIQUE. — *Régénération de bulbilles sur les feuilles vertes de certaines Liliacées.* Note de M. **Pierre Chouard**, présentée par M. L. Blaringhem.

En horticulture, la multiplication végétative des bulbes est obtenue par l'utilisation des caïeux qui se forment spontanément. Parfois, en pratiquant des sections en long et en large sur les bulbes, on détermine une production plus active de bourgeons et une régénération de bulbilles sur les écailles lésées; mais le bulbe ainsi mutilé se trouve détruit.

J'ai réussi, mais avec certaines espèces seulement, à obtenir à coup sûr des bulbilles sur les limbes verts des feuilles. Les plantes mères sont ainsi conservées, et, de plus, le phénomène présente le cas intéressant de la régénération d'une plante entière à partir de tissus âgés et bien différenciés.

Sur la Jacinthe des bois par exemple (*Endymion nutans* Dum.), la technique consiste à détacher les feuilles ou à les couper transversalement en deux ou trois morceaux, puis à les conserver vivantes. Il est commode de coucher les fragments de limbe dans une boite de Petri exposée à la lumière et préalablement garnie d'une couche de papier filtre qu'on maintient légèrement humecté d'eau. On peut encore placer les limbes verticalement au fond d'un tube de verre avec un peu d'eau. L'âge des feuilles prélevées pour l'expérience importe peu pourvu qu'elles n'aient pas encore commencé à se flétrir. A la température du laboratoire et à la lumière d'une fenêtre au printemps les bulbilles commencent à se développer au bout de 2 à 3 semaines. Environ 1 à 2 mois plus tard elles sont devenues

(1) Voir E. Mathias, Ch. Maurain et L. Eblé, *Annales de l'Institut de Physique du Globe de Paris*, 8, 1930, p. 44.

assez grosses pour être plantées et traitées comme les caïeux ordinaires des autres bulbes.

La position des bulbilles régénérées dans ces conditions est déterminée par les règles suivantes. Employons le terme « de l'amont à l'aval » pour désigner le sens qui va de la pointe à la base de la feuille. La régénération est polarisée : elle apparaît toujours du côté le plus basal de la feuille ou du fragment, le plus à l'aval possible, juste en amont de la section. S'il y a quelque part une éraflure elle provoque aussi, immédiatement en amont, la formation des bulbilles.

D'autre part, la régénération ne se produit jamais qu'en des points où l'épiderme est intact; en effet, l'épiderme m'a paru, à plusieurs reprises, jouer un rôle important dans la production des nouveaux tissus. Le plus souvent la régénération est précédée d'un certain gonflement des tissus sous-jacents.

La régénération se produit sur les deux faces de la feuille, mais de préférence sur la face ventrale ou supérieure. L'axe de la bulbille régénérée est à peu près perpendiculaire à la surface de l'épiderme préexistant. La première écaille produite est, en général, adossée à la section ou à la lésion qui a provoqué la régénération.

J'ai répété ces expériences sur plusieurs espèces qui m'ont donné des résultats très inégaux.

Certaines espèces régénèrent des bulbilles sur leurs feuilles vertes avec la plus extrême facilité : *Brimeura fastigiata* Nob. (= *Hyacinthus fast.* Bert.), de Corse, produit en quelques jours des bulbilles à la moindre lésion, sans qu'il soit nécessaire que les feuilles aient été séparées du bulbe. Le phénomène se produit même à la suite de simples compressions sur certains échantillons mis en herbier, fait que plusieurs flores ont mentionné. Les autres espèces ne donnent des bulbilles que sur les feuilles isolées ou sur les fragments de feuilles. *Brimeura amethystina* Salisb. (= *Hyacinthus ameth.* L.) des Pyrénées et de Croatie, *Scilla verna* Huds., régénèrent en 8 jours environ. *Endymion nutans* Dum., *E. italicus* Nob. (= *Scilla it.* L.), mettent 2 à 3 semaines, mais la réussite est constante; elle est un peu plus aléatoire, quoique très fréquente, pour *E. campanulatus* Parl. et les formes voisines.

Par contre, j'ai toujours échoué jusqu'à présent avec *Scilla bifolia* L., *S. Lilio-Hyacinthus* L., *S. peruviana* L., *Bellevalia romana* Rchb., *B. dubia* Rchb., *Ornithogalum pyrenaicum* L.

Les espèces qui réussissent à produire des bulbilles sur leurs tissus verts sont celles dont les feuilles peuvent vivre assez longtemps isolées et détachées du bulbe pour que la régénération ait le temps de s'accomplir. Ce sont toutes des plantes dont les feuilles ont un suc très visqueux. D'autre part, à l'exception de *Scilla verna* qui a un bulbe écailleux, elles appartiennent toutes au groupe des Scillées à bulbes tuniqués, à tuniques coalescentes, et à renouvellement annuel total des parties tubérisées (genres *Endymion* Dum., revis. Nob., et *Brimeura* Salisb., extens. Nob.). Ce rapprochement, par sa constance, méritait d'être signalé.

Par contre, les espèces qui paraissent incapables de régénérer sur leurs tissus verts sont celles dont les feuilles isolées meurent ou pourrissent en 2 ou 3 jours par autolyse ou par infection. Plusieurs d'entre elles sont à suc très peu visqueux.

Les feuilles des espèces capables de régénérer ont une survie prolongée lorsqu'elles sont détachées du bulbe ou fragmentées. En effet, dans les conditions normales, la vie des limbes verts des plantes bulbeuses est écourtée par l'action du bulbe qui les vide de leurs réserves, et par l'apparition d'une couche de séparation qui isole les limbes de leur base tubérisée et coupe la communication avec l'alimentation en eau venant des racines. Au contraire, pour les feuilles mises en expérience, pourvu qu'elles appartiennent à la catégorie résistant à l'autolyse et à la putréfaction, ces causes de mort n'existent plus. En empêchant la formation des bulbilles la survie est prolongée encore davantage; j'ai gardé ainsi une feuille d'*Endymion* vivante durant un an. Il importe seulement d'éviter le flétrissement par dessiccation; la façon dont l'eau est fournie, le sens de sa circulation dans la feuille, paraissent indifférents au bon succès de la survie et de la régénération.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations des acides gras du* Sterigmatocystis nigra *en fonction de la composition minérale du liquide de culture*. Note de M. **Charles Pontillon**, présentée par M. Molliard.

Le retentissement de la composition minérale du liquide nutritif fourni au *Sterigmatocystis nigra* sur sa morphologie et sur son chimisme est bien connu; cependant aucune recherche n'a été faite jusqu'à présent sur l'action du milieu minéral sur l'évolution des lipides de cette Mucédinée. C'est cette lacune que j'ai cherché à combler; à cette fin j'ai cultivé le Champignon à 34° C. sur les liquides suivants :

a. Liquide de Molliard au nitrate d'ammoniaque appelé par la suite milieu normal;

b. Liquide à tendance acide dans lequel la source d'azote est le chlorure d'ammonium;

c. Liquide à tendance alcaline obtenu en remplaçant le nitrate d'ammonium du liquide de Molliard par une quantité convenable de nitrate de potassium;

d. Liquide de Molliard, maintenu sensiblement neutre par l'adjonction de 3 pour 1000 de carbonate de calcium.

Les voiles mycéliens ont été récoltés au bout de 48, 72, 96 et 168 heures de culture; le pH des liquides nutritifs a été mesuré colorimétriquement au moment de l'ensemencement et au moment de chaque récolte, et enfin les lipides ont été dosés par la méthode de Lemeland légèrement modifiée. Les résultats analytiques sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

Numéros des récoltes.	Durées de culture (en heures).	Milieu normal.	Milieu à tendance acide.	Milieu à tendance alcaline.	Milieu maintenu neutre.
		1. pH *du milieu de culture.*			
0.....	0h	4,2	4,5	4,6	6,2
1.....	48	1,6	1,7	4,9	6,2
2.....	72	1,6	1,2	5,0	6,4
3.....	96	2,4	0,9	5,0	6,4
4.....	168	8,0	–	–	6,2
		2. *Poids de substance sèche.*			
1.....	48	2g,744	2g,203	1g,040	2g,637
2.....	72	3,229	3,236	2,520	3,276
3.....	96	2,151	3,237	2,565	2,870
4.....	168	1,491	2,799	1,409	1,856
		3. *Poids des acides gras totaux.*			
1.....	48	0g,2140	0g,1221	0g,1029	0g,0983
2.....	72	0,2683	0,1660	0,2670	0,2100
3.....	96	0,1002	0,1512	0,1465	0,0770
4.....	168	0,0836	0,1114	0,0256	0,0077

Numéros des récoltes.	Durées de culture (en heures).	Milieu normal.	Milieu à tendance acide.	Milieu à tendance alcaline.	Milieu maintenu neutre.
		4. Points de fusion des acides gras.			
1.....	48	31°,5-32°,5	36°-37°	33°-35°,5	33°,0-34°
2.....	72	30,5-32	36-38	31-35	31,0-32
3.....	96	30,5-31,5	34-35	30-34	30,5-31,5
4.....	168	31,0-32	33-35	32-35,5	31,0-32
		5. Poids moléculaires moyens des acides gras.			
1.....	48	389	225	274	289
2.....	72	297	278	264	299
3.....	96	224	321	240	315
4.....	168	550	237	—	—
		6. Indices d'iode moyens des acides gras.			
1.....	48	30,8	54,7	96,7	67,7
2.....	72	33,4	67,7	80,2	74,0
3.....	96	28,5	85,8	88,2	72,3
4.....	168	31,1	87,4	91,8	

En milieu à tendance acide, par suite du ralentissement général du métabolisme, la quantité d'acides gras formée est inférieure à celle qui prend naissance en milieu normal et, par suite de la non-fructification, ces acides ne sont que très lentement utilisés. En milieu à tendance alcaline, la quantité maxima d'acides gras formée est comparable à celle du milieu normal, mais la formation est plus lente, ce qui s'explique facilement : au début de la végétation, une partie de l'aliment carboné est utilisée à la formation d'acides nécessaires pour neutraliser la potasse. En milieu pratiquement neutre, la quantité d'acides gras formée paraît assez faible, cependant il est plus rationnel d'admettre que, au fur et à mesure de leur apparition, une partie des acides gras est utilisée pour donner de l'acide oxalique qui sature le calcium du carbonate.

Les points de fusion des acides gras totaux formés sont assez voisins, cependant il convient de noter qu'en milieu à tendance acide, ils sont légèrement plus élevés qu'en moyenne dans les autres milieux et que, dans les autres milieux, le point de fusion le plus bas s'observe au moment de la sporulation.

A part une exception due probablement à la présence de résines, les poids moléculaires moyens des acides gras totaux sont assez comparables et l'on constate fréquemment qu'ils présentent leur valeur minima au moment de la fructification.

L'indice d'iode moyen des acides gras totaux varie d'une façon notable d'un milieu à un autre. Assez faible et sensiblement égal à 30 en milieu normal, il est plus élevé et augmente continuellement en milieu à tendance acide. Plus élevé encore en milieu à tendance alcaline, il présente sa valeur minima immédiatement avant la sporulation. Enfin en milieu maintenu sensiblement neutre, il présente une valeur assez élevée et relativement constante.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la préparation et les propriétés du franguloside (franguline) de l'écorce de Bourdaine du commerce*. Note (¹) de MM. **M. Bridel** et **C. Charaux**, présentée par M. L. Mangin.

Le franguloside (franguline) a été retiré pour la première fois de l'écorce de Bourdaine, par Casselman, en 1857.

C'est Schwabe, en 1888, qui en a donné la formule exacte, $C^{21}H^{20}O^{9}$. Par hydrolyse acide, le franguloside donne une molécule d'émodol (émodine) et une molécule de rhamnose. Thorpe et Robinson, d'une part, Thorpe et Miller, d'autre part, n'ont fait que confirmer l'exactitude de la formule de Schwabe. Les rendements obtenus par les différents auteurs ne s'élèvent pas à 1^g par kilogramme d'écorce.

D'autre part, les propriétés du franguloside ne sont pas concordantes. La forme cristalline est en tables quadratiques pour Casselman, en aiguilles réunies en étoiles ou en sphères microcristallines pour Thorpe et ses collaborateurs.

Le point de fusion varie de + 249° (Casselman) à + 225° (Thorpe et Robinson).

Schwabe considère le franguloside comme anhydre et, pour Thorpe et Robinson, il renferme 1,55 à 2,54 pour 100 d'eau. Le pouvoir rotatoire n'est pas indiqué.

Toutes ces discordances tiennent aux difficultés rencontrées par les précédents auteurs pour obtenir le franguloside pur, ainsi qu'aux mauvais rendements de leurs diverses préparations.

Récemment, nous avons montré que l'écorce de Bourdaine renferme un ferment soluble hydrolysant ses glucosides anthraquinoniques solubles dans l'eau avec formation d'un abondant précipité, insoluble.

Nous avons reconnu que ce précipité était constitué, en majeure partie, par du franguloside qu'il était facile de préparer à l'état cristallisé.

(¹) Séance du 24 novembre 1930.

En nous basant sur ces faits, nous avons trouvé un procédé qui permet d'extraire 25^{g} de franguloside pour 1^{kg} d'écorce. Cette grande différence avec les rendements obtenus par les précédents auteurs tient à ce que le franguloside n'existe pas à l'état libre dans la Bourdaine. Les précédents auteurs n'ont obtenu que le franguloside qu'ils avaient mis en liberté au cours des traitements de l'écorce et cette quantité est faible. Au contraire, en laissant agir sur la combinaison glucosidique du franguloside le ferment de l'écorce, on met en liberté la totalité du rhamnoside que l'on peut extraire ensuite facilement. Notre procédé basé sur ce principe est le suivant :

On mélange la Bourdaine du commerce pulvérisée (tamis n° 15) avec quatre fois son poids d'eau. Le ferment de l'écorce agit sur les glucosides et le précipité de franguloside se fixe sur la partie de la poudre insoluble dans l'eau. Après 12 heures, on essore la poudre et on la sèche à l'étuve à + 30°. Cette poudre « autohydrolysée » est alors épurée par percolation continue à l'éther pendant 12 heures. Le franguloside brut se dépose dans l'éther. On en obtient 45^{g} par kilogramme.

Pour le purifier, on le fait d'abord cristalliser dans l'alcool à 95°. On obtient ainsi 25^{g} de franguloside cristallisé par kilogramme. Il est donc facile d'obtenir, par ce procédé, des quantités importantes de franguloside. Nous avons réussi ensuite à l'obtenir, absolument pur, en cristaux très nets en le faisant cristalliser d'abord dans l'alcool amylique, puis dans un mélange de 2 volumes de pyridine et 1 volume d'eau.

Le franguloside pur se présente sous forme d'une poudre orangée à reflets soyeux, rappelant la litharge cristallisée. Au microscope, il est constitué par des cristaux jaune pâle, en fuseaux, nettement séparés.

Ses propriétés sont les suivantes :

Il renferme 4,45 pour 100 d'eau qu'il perd à + 90°, dans le vide. Cette proportion correspond environ à une molécule (théorie pour $C^{21}H^{20}O^{9}.H^{2}O$: 4,14 pour 100).

Le franguloside est lévogyre : $\alpha_D = -134°,40$ (environ) ($p = 0,0496$; $v = 100$; $l = 2$; $\alpha = -20'$), en solution dans l'acide acétique contenant un cinquième d'eau.

Son point de fusion instantané, au bloc Maquenne, est de + 246°. Mais à + 197°, il subit une transformation de couleur instantanée et le franguloside ainsi transformé fond à + 249°.

Le franguloside est réducteur. Son pouvoir réducteur déterminé par la méthode de M. G. Bertrand équivaut à 0,348 de celui du glucose.

L'hydrolyse acide est difficile à réaliser intégralement à cause de son insolubilité dans les acides minéraux dilués. En dissolvant le franguloside dans l'acide formique renfermant un tiers d'eau, on arrive à l'hydrolyse

totale, en présence de 3 pour 100 d'acide sulfurique, à + 100°. Rhamnose trouvé : 38,80 et 40,94 pour 100. Théorie : 39,42 pour 100.

Nous n'avons rencontré jusqu'ici aucun ferment susceptible d'hydrolyser le franguloside en ses constituants.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Présence dans de nombreux végétaux alimentaires de l'allantoïne, accompagnée ou non, d'acide allantoïque, d'allantoïnase et d'uricase.* Note de MM. **R. Fosse**, **A. Brunel**, **P. de Graeve**, **P.-E. Thomas** et **J. Sarazin**, présentée par M. Émile Roux.

1. L'allantoïne, signalée dans quelques plantes, est, en réalité, fort répandue dans le règne végétal. L'allantoïnase, qui souvent l'accompagne, la transforme *in vitro* et *in vivo* en acide allantoïque (R. Fosse, A. Brunel et P. de Graeve) :

$$\begin{array}{cccc} NH^2 & & NH & \\ | & & & \\ CO & CO & & CO \\ | & | & & | \\ NH^2 - & CO & \text{———} & NH \end{array} \xrightarrow{\text{Allantoïnase}} \begin{array}{ccc} NH^2 & & NH^2 \\ | & & | \\ CO & COOH & CO \\ | & | & | \\ NH - & CH & \text{———} NH \end{array}$$

Le ferment destructeur de l'acide urique chez les animaux (Ch. Richet), producteur d'allantoïne (Wiechowski), en quantité théorique (R. Fosse, A. Brunel, P. de Graeve), existe aussi chez les végétaux (R. Fosse, A. Brunel et P. de Graeve). L'uricase, souvent associée aux deux uréides glyoxyliques naturels et à l'allantoïnase, atteste par sa présence que l'allantoïne et l'acide allantoïque dérivent des nucléines chez les végétaux.

2. *Identificatian, par l'analyse quantitative élémentaire, de l'allantoïne contenue dans la pomme de terre.* — Précipiter par l'acétate basique de plomb le suc d'expression de ce végétal (2^l,300 produits par 12^{kg} de tubercules); essorer; éliminer le plomb par H^2S et ce gaz par courant d'air; concentrer dans le vide à un tiers; ajouter de l'acétate sodique (20 pour 100) et mercurique (1 pour 100) (réactif de Wiechowski); après une nuit à la glacière, recueillir et laver le précipité; le décomposer par H^2S, en présence d'eau (15^{cm^3}); évaporer à sec au bain-marie; reprendre le résidu par l'eau (1^{cm^3},5) et l'acide acétique (3^{cm^3}); centrifuger pour séparer de l'oxalate calcique et ajouter au liquide du xanthydrol pur (0^g,03).

Analyses, d'après Pregl, des cristaux rhombiques, obtenus après dissolution dans l'alcool méthylique (1^{cm^3},5) à l'ébullition, au reflux :

Trouvé pour 100 : C = 57,20; H = 4,25; N = 15,75. Théorie pour

$$O\left\langle\begin{array}{c} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{array}\right\rangle CH - NH.CO.NH - \begin{array}{l} CH - NH \\ | \\ CO - NH \end{array}\!\!\Big\rangle CO + H^2O :$$

$$C = 57,30; \quad H = 4,49; \quad N = 15,73.$$

Rendement en produit pur, environ 1^{mg} par kilogramme de plante traitée.

3. *Identification par l'analyse quantitative élémentaire de l'allantoïne contenue dans la graine de* Soja hispida. — La recherche de cet uréide dans les végétaux riches en *allantoïnase* nécessite la destruction préalable de ce ferment. Sans cette précaution, on trouverait l'acide allantoïque dans des végétaux qui n'en contiennent pas. Une macération de soja, conservée quelques heures à la température ordinaire, contient de l'acide allantoïque, ainsi que le montre sa réaction colorée glyoxylique après chauffage avec HCl. Elle n'en renferme point, si elle a été préparée en introduisant la graine broyée dans HCl dilué ou l'eau bouillante.

Expérience. — Délayer la graine finement moulue (1^{kg}) dans HCl N/20 (3 litres); après une nuit, ajouter au mélange de l'acétate basique, de plomb; essorer; soumettre le résidu à la presse et traiter le liquide comme dans le cas précédent. Point de fusion de la xanthylallantoïne ainsi obtenue 214°-216° avec coloration à 210°.

Trouvé pour 100 : $N = 15,68$. Théorie pour $C^{17}H^{14}O^{4}N^{4} + H^{2}O$: $N = 15,73$.

4. *Présence de l'allantoïne et de l'acide allantoïque dans le chou-fleur.* — Le dosage de l'acide allantoïque préformé, effectué sur le suc d'expression centrifugé (10^{cm^3}) d'après la technique déjà publiée (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1418) donne : xanthylurée, $0^g,009$; acide allantoïque par litre, $0^g,188$.

Le dosage de l'acide allantoïque contenu dans le suc (10^{cm^3}), après fermentation sous l'influence du soja, produit : xanthylurée, $0^g,0124$; acide allantoïque total, préformé et formé aux dépens de l'allantoïne : $0^g,26$ par litre; acide allantoïque provenant de l'allantoïne : $0^g,260 - 0^g,188 = 0^g,072$ par litre.

D'où allantoïne par litre de suc $0^g,072 \frac{158}{176} = 0^g,063$.

5. *Présence de l'allantoïnase dans le chou-fleur. Formation de l'acide allantoïque par fermentation spontanée du suc.* — Placer, au bain d'eau à 40°, le suc chloroformé, avec ou sans carbonate d'ammonium, et le suc privé de diastases par chauffage, 30 minutes, à 100°; doser l'acide allantoïque, avant et après fermentation.

Le suc du chou-fleur produit, après 22 heures à 40° : $0^g,063$ d'acide allantoïque, en présence de carbonate d'ammonium et seulement $0^g,016$ en l'absence de ce sel. Ici, encore, nous constatons que l'acide allantoïque des végétaux dérive par fermentation de l'allantoïne.

6. *Recherche de l'acide allantoïque, de l'allantoïne, de l'allantoïnase et de l'uricase dans quelques végétaux alimentaires.*

Noms.	Acide allantoïque.	Allantoïne.	Allantoïnase.	Uricase.
Triticum sativum (Blé), graine....	o	+	o	+
Hordeum vulgare (Orge), graine..	o	+	o	o
Zea Mays (Maïs), graine..........	o	+	o	+
Brassica Napus (Navet), racine...	+	+	o	o
Brassica oleracea (Chou-fleur)....	++	+	+	o
Soja hispida (graine)............	o	+	++	++
Cicer Arietinum (Pois chiche), graine..........................	o	+	+	+
Phaseolus vulgaris (Haricot) :				
Légume avant formation de la graine.	++	++	+	traces
Légume avec graine...............	++	++	+	+
Mange-tout Saint-Fiacre, graine....	+	+	+	+
Graine agée de 15 ans.............	o	+	+	traces
Pisum sativum (Pois) :				
Graine très jeune..................	++	++	+	traces
Graine fraîche bien formée........	+	+	+	+
Graine pour semence..............	o	+	+	+

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Affaiblissement du pouvoir-tampon capillaire du sérum cancéreux.* Note [1] de M. **W. Kopaczewski**, présentée par M. d'Arsonval.

Les recherches sur les caractères physico-chimiques du sérum sanguin humain ont démontré les faits suivants :

1° La concentration moléculaire globale, déterminée soit par la cryométrie, soit par la réfractométrie, est, dans les conditions physiologiques, constante ($\Delta = -0,56$, Hamburger; $N_d = 1,3487$-$1,3517$, Reiss).

2° La concentration en ions H^+ est également fixe [$pH^+ = 7,35$ (Henderson)].

3° La concentration ionique globale varie peu [$C = 110,0 . 10^{-4}$ (Kopaczewski)].

4° La tension superficielle oscille entre 67,5 et 68,5 dynes/cm (Kopaczewski). Cette constance des caractères physico-chimiques du sérum

(1) Séance 1er décembre 1930.

humain devait logiquement conduire à la conclusion, qu'il existe dans l'organisme un mécanisme spécial, permettant de rétablir toute variation des constantes en question. Ce mécanisme, appelé par Fernbach le pouvoir-tampon, commence à être connu en ce qui concerne la régularisation des ions H^+. On ne savait pas que l'organisme possédait également un pouvoir-tampon vis-à-vis des autres ions et qu'il était capable de s'opposer à toute variation de ses constantes capillaires.

Nous avons démontré ces derniers points dans un travail expérimental, basé sur un grand nombre de déterminations de la conductibilité électrique et de la tension superficielle du sérum humain, additionné de substances capillaires diverses ([1]); nous avons donné, de plus, un début d'explication du mécanisme de ce pouvoir-tampon capillaire ([2]).

En présence de ces faits, une autre conclusion se présentait à l'esprit : les recherches concernant les modifications des caractères physico-chimiques des humeurs dans divers états pathologiques sont sans intérêt au point de vue d'un diagnostic précoce, car le pouvoir-tampon rétablit rapidement toute action, tendant à modifier les caractères physiques des humeurs; ces modifications ne peuvent apparaître avant que le pouvoir-tampon du sérum soit, en partie tout au moins, épuisé.

Par conséquent, le centre de gravité de ces recherches doit être déplacé vers l'étude du degré du pouvoir-tampon des humeurs. La possibilité éventuelle de fixer un affaiblissement de ce pouvoir indiquerait alors immédiatement l'existence d'un état pathologique.

Guidé par ce raisonnement, nous avons étudié le pouvoir-tampon du sérum des cancéreux (cancers non opérés de la langue, du sein et de la face, à la période précachectique).

Voici les résultats obtenus, rapidement énoncés :

1° Le pouvoir-tampon du sérum vis-à-vis des ions d'hydrogène ne semble pas altéré;

2° Le pouvoir-tampon capillaire est nettement abaissé.

([1]) M. W. Arciszewski et W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 1029, et *Protoplasma*, **9**, 1930, p. 598.

([2]) W. Kopaczewski, *C. R. Soc. Biol.*, **102**, 1929, p. 749.

Pouvoir-tampon capillaire du sérum normal et du sérum cancéreux.

Addition de glycocholate de Na pour 100.	Tension superficielle en dynes/cm. Sérum normal (59 séries).	Sérum cancéreux (14 séries).
0,00000	68,2	67,8
0,00025	68,2	67,2
0,00050	68,2	66,8
0,00075	68,1	66,1
0,00100	68,3	65,5
0,00250	65,9	64,1
0,00500	51,2	50,5

Ces résultats corroborent les constatations faites précédemment par nous au sujet de la diminution de la tension superficielle chez les cancéreux avancés, résultats aujourd'hui confirmés par un grand nombre d'auteurs (Bauer, Solowiew, Kagan et autres) (¹). La constance de ces faits, leur concordance avec les observations précédentes, nous autorisent à les faire connaître, malgré le petit nombre de cas étudiés. Les cancérologues pourront, plus facilement qu'un chercheur isolé, les réunir en nombre plus grand et déterminer la valeur de ces constatations préliminaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Un nouveau facteur de la nutrition.* Note de M. **A. Bakke**, Mlle **V. Aschehoug** et M. **Chr. Zbinden**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Au cours d'essais avec un produit que l'on prétend être un extrait concentré de vitamines B, nous avons fait une singulière constatation.

Si l'on donne à des rats noirs, ou noirs et blancs, ce produit comme source de vitamines B, avec une nourriture de base ne les contenant pas, on remarque bientôt que leur poil devient gris argenté.

Il est vrai que chez des rats de même couleur rendus anémiques, le poil passe aussi au gris, mais c'est alors un gris blanchâtre, très différent de l'autre. En outre, dans le premier cas, l'hémoglobine ne diminue pas comme on l'observe toujours dans l'évolution de l'anémie.

(¹) W. Kopaczewski et A. H. Roffo, *Presse médicale*, 29, 1921, p. 595. — W. Kopaczewski et P. Fornara, *C. R. Congrès français de médecine*, 1922, p. 207. — M. Boehm et W. Kopaczewski, *Protoplasma*, 6, 1929, p. 302.

Les animaux employés pour nos essais paraissaient se bien porter. Toutefois, nous avons relevé chez eux des troubles profonds, semblables à la xérophtalmie, quoique les sujets ne fussent pas carencés en vitamines A. La reproduction aussi était très anormale. Certains rats restaient stériles, les autres donnaient naissance à des petits chétifs, incapables de vivre, ou à des mort-nés. Aucune naissance normale.

Nous n'avons pas observé, ce qui était naturel, les manifestations spécifiques de la carence en vitamines B, mais le produit destiné à fournir celles-ci, loin d'être riche, a dû être donné en proportions beaucoup plus grandes qu'il n'était indiqué. Nous avons cependant pu l'utiliser comme source de vitamines B, à doses suffisantes.

Comme il s'agissait de vitamines B, il nous a paru intéressant d'ajouter de la levure au régime des animaux, afin d'éprouver si nous avions affaire à une modification dans la qualité de ce groupe de vitamines. Or nous avons constaté qu'avec cette adjonction, la décoloration particulière du poil se produisait dans certains cas, tandis que dans d'autres elle ne se produisait pas. D'une manière générale, nous avons rencontré de notables variations dans le résultat de nos expériences. Toutefois le passage au gris argenté a été constaté dans chaque expérience. De même nous avons toujours obtenu la guérison avec certains autres produits, dont nous dirons quelques mots plus loin.

D'autre part, comme il était indiqué que la matière première du produit en question était le germe de blé « dont les éléments toxiques ont été enlevés », nous avons étudié l'effet de la réintroduction dans le régime de ces extraits de germes de l'huile obtenue soit par l'acétone, soit par l'éther. Il va sans dire qu'en enlevant l'huile des germes, on enlève aussi les vitamines liposolubles, circonstance qui aurait pu jouer un rôle dans les phénomènes observés par nous.

On s'est basé pour éliminer cette huile sur les publications de certains laboratoires américains qui en affirment la toxicité. Mais en réalité les expérimentateurs américains avaient sans doute forcé la dose de cette huile, dont il n'est pas étonnant qu'une forte quantité nuise, et puisse même devenir toxique. Nous n'avons pas pu confirmer cette toxicité avec des doses convenables.

Quoi qu'il en soit, notre adjonction d'huiles de germes n'a pas empêché le poil des rats de tourner au gris particulier mentionné plus haut.

Nous avons ensuite essayé diverses farines alimentaires qui avaient comme base principale le blé *entier*. Résultat frappant de l'introduction de cet ali-

ment dans le régime : au bout de peu de temps, tous les rats, sans exception, de gris argenté redevinrent noirs. Poussant l'expérience plus loin, nous avons alors donné à un groupe de ces rats des grains de blé entiers, et, à un second groupe, les germes séparés. Dans le premier cas, le poil des rats resta noir, tandis que dans le second, il s'argenta. Ces derniers rats purent être rendus noirs, par l'adjonction de blé entier à leur régime.

En donnant à des rats noirs du son de blé, dont les germes sont un des éléments, nous avons remarqué quelque chose de semblable, quoique à un degré moindre, en ce qui concerne la décoloration du poil noir; nous avons observé en outre d'autres manifestations maladives chez ces animaux, surtout une maladie des yeux ressemblant à la xérophtalmie, mais qui ne l'est pas vraiment, car ces rats n'ont pas pu être guéris par l'huile de foie de morue.

Comme il suffisait d'une très petite quantité du produit en question pour obtenir cet effet sur le poil, nous avons pensé à la possibilité d'une action toxique, contre-balancée par les éléments du blé entier. Chose curieuse : si l'administration de ce produit, ou des germes de blé tout simplement, est continuée pendant longtemps, il arrive souvent que la couleur du poil des animaux redevient normale, sans autre, comme si les animaux s'habituaient à l'action toxique, de sorte qu'elle n'ait plus d'effet.

Nous avons fait des constatations diverses au cours de nos essais qui ont maintenant duré très longtemps et que nous avons faits sur un très grand nombre d'animaux. Un point reste cependant constant : avec les germes de blé, le poil noir des rats devient gris argenté, et ce phénomène est accompagné des autres anomalies signalées plus haut, pendant que, d'autre part, par l'adjonction du blé entier, l'état normal est rétabli. Il s'agit donc d'un phénomène fondamental et général.

Nos recherches se poursuivent.

BIOLOGIE. — *La notion de sexualisation somatique.*
Note de M. **Ph. Joyet-Lavergne**, présentée par M. L. Mangin.

Les divers caractères de la sexualité exprimés par le soma sont souvent considérés comme de simples manifestations de l'activité des hormones sexuelles. Or, même chez les Vertébrés supérieurs, il existe des caractères sexuels somatiques indépendants des hormones. D'autre part, chez les Insectes, les Crustacés, les Vers, les cellules du soma peuvent posséder des caractères de sexualité tout à fait indépendants des cellules germinales.

Pour tous les organismes : Vertébrés, Invertébrés, Végétaux, nous exprimons les qualités particulières du soma qui traduisent son état sexuel par la notion de sexualisation somatique.

La sexualisation somatique est justiciable de la notion de polarisation et des lois de sexualisation cytophasmique (1). Une élévation de température peut transformer la coloration de *Lacerta muralis* femelle en une coloration du type mâle (Kammerer). Inversement un abaissement de température fait apparaître sur les pupes mâles de *Stilpnotia salicis* des caractères femelles sur les antennes et les organes copulateurs (Kosminsky). Conformément à la première loi de sexualisation cytoplasmique, l'élévation de température agit sur le métabolisme de l'organisme femelle en le rapprochant d'un type mâle (2), les cellules du soma de *Lacerta* traduisent ces conditions nouvelles en se polarisant vers le sens mâle. L'abaissement de température rapproche, au contraire, le métabolisme de celui d'un type femelle (2), le soma du *Stilpnotia* mâle se polarise alors vers le sens femelle. La Poule ou la Pigeonne peuvent acquérir graduellement les caractères somatiques d'un mâle par l'effet de la tuberculose (Crew, Riddle); or, l'organisme tuberculeux femelle réalise, tant par son métabolisme basal que par le pouvoir réducteur de ses tissus et les qualités chimiques de son sang, des conditions de milieu intérieur qui, d'après la première loi de sexualisation, le rapprochent d'un type mâle, l'acquisition de nouveaux caractères sexuels somatiques est une conséquence de la nouvelle polarisation sexuelle.

La teneur en graisses du sang des crabes mâles, parasités par la sacculine se rapproche de la teneur d'un sang femelle; or, les crabes mâles parasités acquièrent des caractères sexuels secondaires femelles (Smith). L'effet du parasitisme provoque chez le mâle de *Thelia bimaculata* la genèse d'une quantité supplémentaire de graisse, en même temps qu'apparaissent chez lui les caractères d'un soma féminin (Kornhauser). Chez *Triton alpestris*, l'organisme mâle peut prendre des caractères sexuels secondaires femelles corrélativement à l'apparition d'une bande adipeuse supplémentaire (Champy). Dans ces trois cas, la modification du métabolisme des graisses s'effectue d'une façon telle, d'après la deuxième loi de sexualisation (1), que l'organisme mâle réalise des conditions rapprochées de celles d'un type

---

(1) Ph. Joyet-Lavergne, *Rev. gén. Sc. p. et app.*, 38, 1927, p. 141, et *Protoplasma*, 3, 1928, p. 357.

(2) Ph. Joyet-Lavergne, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 818, et *Protoplasma*, 7, 1929, p. 448.

femelle. Les caractères somatiques femelles qui apparaissent alors peuvent être considérés comme l'expression de la polarisation sexuelle nouvelle prévue par la deuxième loi.

D'une façon générale, lorsque les éléments du soma manifestent, dans leurs qualités, des caractères pouvant se rattacher au sexe, la polarisation de ces éléments vers un type sexuel s'effectue dans le sens prévu par les lois de sexualisation.

Les caractères sexuels morphologiques nouveaux qui peuvent apparaître graduellement, au cours des phénomènes d'intersexualité ou de changements de sexe, constituent la réponse des éléments du soma aux conditions physico-chimiques nouvelles apparues dans l'organisme. La sexualisation cytoplasmique a montré, en effet, que les qualités physico-chimiques de sexualisation étaient des caractères primitifs et fondamentaux de la sexualité. Les résultats de Perkins ([1]) apportent une conclusion semblable. Le sang des crabes mâles parasités donne avec les divers tests chimiques du sexe (1, Manoïloff; 2, Joyet-Lavergne; 3, Falk et Lorberblatt) des réactions d'un sang femelle. Or, cette qualité chimique du sang existe chez les crabes parasités avant qu'aucun changement morphologique ait apparu. Quand les caractères sexuels secondaires apparaissent, ils expriment des manifestations de la sexualisation somatique nouvelle créée par le parasitisme. Les diverses manifestations de la sexualité, aussi bien celles du soma que celles du germen, sont sous la dépendance des qualités physico-chimiques de l'organisme.

Correns ([2]), dans son très remarquable ouvrage sur la sexualité des végétaux supérieurs, range dans la catégorie des caractères sexuels secondaires les qualités chimiques sexuelles révélées par la réaction de Manoïloff, celle de Bernatzki et celles de Joyet-Lavergne. D'après ce que nous venons de voir, les qualités biochimiques et les caractères sexuels secondaires ne peuvent être rangés dans la même catégorie. Les qualités physico-chimiques qui expriment la sexualisation sont des qualités primitives et déterminantes; les caractères sexuels secondaires constituent seulement la réponse de l'organisme, dans le plan morphologique, à la sexualisation de ses tissus.

([1]) M. PERKINS, *Nature*, 120, 1927, p. 654.

([2]) C. CORRENS, *Bestimmung, Vererbung und Verteilung des Geschlechtes bei den höheren Pflanzen*, 1928, Borntraeger, Berlin.

PARASITOLOGIE. — *La transmission du Kala-Azar méditerranéen par une tique :* Rhipicephalus sanguineus. Note de MM. **Georges Blanc** et **J. Caminopetros**, présentée par M. E. Roux.

Depuis vingt-cinq ans que le problème du mode de transmission des leishmanioses viscérales est à l'étude, on a incriminé tour à tour la plupart des Arthropodes piqueurs et, toujours, sans arriver à un résultat probant. Une des causes les plus importantes de ces échecs a été, sans conteste, pendant longtemps, le manque d'animal d'expérience sensible au virus du Kala-Azar.

La découverte que nous avons faite, il y a un an, d'un rongeur commun en Macédoine grecque, le Spermophile (*Citillus citillus*) [1], qui est d'une sensibilité remarquable au virus du Kala-Azar méditerranéen, nous a permis d'entreprendre une série de recherches expérimentales sur le mode de transmission de cette maladie.

Le fait que dans les régions méditerranéennes, où sévit le Kala-Azar, les chiens sont beaucoup plus fréquemment atteints que les hommes, indique que, très probablement, l'agent transmetteur de la maladie est un parasite habituel du chien et accidentel de l'homme. Tel est le cas du *Rhipicephalus sanguineus* et telle est la raison qui nous a incités à expérimenter avec cet acarien.

Le problème posé pour cette première série de recherches a été le suivant : Les tiques peuvent-elles s'infecter, à divers stades de leur évolution, sur des animaux atteints de Kala-Azar? En cas d'infection, ces tiques restent-elles infectées après la mue qui transforme la larve en nymphe et la nymphe en adulte?

Pour déceler l'infection, nous avons eu recours à la méthode expérimentale et inoculé des Spermophiles avec les tiques supposées infectées. Les animaux ont été conservés en cages grillagées et mis à l'abri des insectes piqueurs. Voici les résultats apportés par les expériences :

1° *Les larves de Rhipicéphales s'infectent sur l'animal infecté de Kala-Azar.*

Expérience. — Le 5 juin 1930, nous récoltons une très grande quantité de larves de *R. sanguineus,* qui viennent d'éclore au laboratoire, et les portons sur un Spermophile infecté expérimentalement de Kala-Azar (virus humain). Du 7 au 10 juin, récolte des larves gorgées. Le 11 juin, 200 larves

(1) G. Blanc et J. Caminopetros, *Comptes rendus,* 191, 1930, p. 800.

sont broyées dans de l'eau physiologique. Le produit obtenu est inoculé à deux Spermophiles, à l'un sous la peau, à l'autre sous la peau et dans le foie. Le 5 août, les deux animaux meurent. La rate et le foie sont intensément parasités.

2° *Les nymphes de Rhipicephales s'infectent sur l'animal infecté de Kala-Azar.*

Expérience. — Le 22 juillet, 40 nymphes de *Rhip. sanguineus*, gorgées, sont prélevées sur un chien spontanément atteint de Kala-Azar. Après lavage au sublimé et à l'eau physiologique, ces nymphes sont broyées comme précédemment et le produit, dilué en eau physiologique, est inoculé à 10 Spermophiles, dans le foie. Huit de ces animaux meurent quelques jours plus tard d'une infection intercurrente. Des deux survivants, l'un est sacrifié le 27 novembre. La rate est énorme, elle pese 2^g, son parenchyme est bourré de parasites.

3° *Les Rhipicéphales infectés à l'état de larves ou à l'état de nymphes restent infectés après la mue qui a transformé celles-ci en adultes, celles-là en nymphes.*

Expérience I. — Le 7 août des larves de *R. sanguineus*, âgées de quelques jours, sont mises à piquer sur un Spermophile infecté de Kala-Azar (virus humain). Les larves gorgées sont récoltées du 11 au 15 août, mue le 28. Les jeunes nymphes sont broyées en eau physiologique et inoculées à dix Spermophiles, par voie sous-cutanée et intrahépatique. Le 27 novembre, un de ces Spermophiles est sacrifié; la rate est énorme, les Leishmanias abondent.

Expérience II. — Trente nymphes de *R. sanguineus* sont prélevées sur un chien atteint de Kala-Azar, le 18 juillet. Les nymphes, conservées au laboratoire, muent. La mue est terminée le 2 août. Ce jour même les jeunes tiques adultes sont broyées, suivant la technique habituelle. Cinq Spermophiles sont inoculés dans le foie. L'un d'eux, sacrifié le 27 novembre, présente une énorme rate (4^g). La rate et le foie fourmillent de parasites.

Résumé et conclusions. — Des expériences précitées il ressort :

1° Que les larves et les nymphes de *Rhipicephalus sanguineus* s'infectent en se gorgeant sur des animaux atteints de Kala-Azar naturel ou expérimental.

2° Que les larves et les nymphes infectées restent infectées même après la mue qui transforme celles-ci en adultes et celles-là en nymphes.

Cette adaptation des Leishmanias au Rhipicéphale montre que cette tique est l'hôte intermédiaire du flagellé et, par conséquent, doit être l'agent de transmission du Kala-Azar méditerranéen.

Il reste à établir si l'infection est transmise, de l'acarien au vertébré, par piqûre ou par souillure de la plaie cutanée.

THÉRAPEUTIQUE. — *Des injections d'autolysats cancéreux dans le traitement des cancers*. Note de M. **Joseph Thomas**, présentée par M. Charles Richet.

I. Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1592), j'ai signalé les résultats favorables que j'ai obtenus dans le traitement des tumeurs cancéreuses par des injections d'autolysats cancéreux : atténuation et, dans certains cas, cessation des douleurs, diminution de volume de la tumeur principale et des adénopathies, disparition de la fétidité des écoulements, augmentation du poids corporel avec relèvement de l'état général.

Je viens aujourd'hui apporter quelques-uns des cas les plus intéressants, en prenant un cas-type par organe (le diagnostic histologique a été fait pour chacune de ces observations).

Estomac. — Femme, 60 ans. Troubles dyspeptiques de longue date : moelena, pas d'hématémèses : douleurs thoraciques en ceinture, s'irradiant dans le milieu du dos : amaigrissement extrême, anémie très prononcée. Gastro-entérostomie en 1926. Depuis cette date, on fait, tous les ans, deux séries de 12 injections. La malade, qui digère très bien, a recouvré ses forces, digère, vaque à ses occupations, a augmenté de $2^{kg},300$. Épithélioma.

Face. — Homme, 62 ans. Bon état général. Petite ulcération indolore à la partie moyenne du nez, avec empâtement annulaire de coloration rosée : traité depuis deux ans, sans résultat, par application de pommades diverses. En novembre 1930, une série de 12 injections d'autolysats est faite : l'ulcération s'est comblée, les tissus sous-jacents ont recouvré leur souplesse. L'état général se maintient excellent : poids stationnaire. Épithélioma baso-cellulaire.

Langue. — Homme, 60 ans. Tumeur linguale apparue en 1925, hémorragies, douleurs d'oreilles, gros ganglion maxillaire. Opéré en octobre 1925 : récidive ganglionnaire en décembre. Radium en janvier 1926. En mars, nouvelle récidive ganglionnaire ; douleurs extrêmement violentes ayant entraîné des idées de suicide (14 cachets d'aspirine par jour). On fait 12 injections d'autolysat, dont la première le 15 mars 1926. Suppression totale des douleurs après la sixième injection. Rétrocession ganglionnaire. Quatre séries de 12 injections la première année, renouvelées tous les ans. État actuel excellent. Plus de douleurs, ni de ganglion. Le malade vaque à ses occupations très dures, mange, boit, dort, a augmenté de 11^{kg}. Épithélioma spinocellulaire.

Ce résultat est en tous points comparable à celui qu'avait obtenu, pour un cancer de la langue, M. Charles Richet avec la sérothérapie [cf. Beretta, *De la sérothérapie des néoplasmes* (*Trav. du Laboratoire de physiologie*, 4, p. 138)].

Ovaire. — Volumineuse tumeur de l'ovaire droit : règles irrégulières, sensation de pesanteur, état général médiocre. Opération en juillet 1929. Séries d'injections d'autolysat en octobre 1929, mars et octobre 1930. Cliniquement, pas de récidive, bon état général : augmentation de poids de 2^{kg}, 100. Fibrosarcome.

Sein. — Femme de 71 ans. Tumeur, adénite axillaire, écoulement sanguin par le mamelon, amaigrissement. Ablation totale de l'organe en mai 1928. A la fin de la même année, mauvais état général, œdème considérable du bras, qui cède à 8 injections d'autolysat. En juin 1929, réapparition de l'œdème, qui commence à céder à la cinquième injection et disparaît complètement à la douzième. En janvier 1930, nouvelle série d'injections préventives, bien que l'état général et local soient excellents. Aucun symptôme de récidive à l'heure actuelle. Augmentation de poids de 4^{kg}, 200. Épithélioma dendritique endocanaliculaire.

Utérus. — 55 ans. Col molasse, friable au toucher, suintements sanguins. Hématurie en mars 1929. Hystérectomie en mai 1929. En décembre, nouvelle hématurie, douleurs sus-pubiennes et lombaires. Mauvais état général : poids, 42^{kg}, 300. Une série de 12 injections en octobre 1929 amène la disparition des douleurs et le relèvement de l'état général. Nouvelle série préventive en mai et en novembre 1930. Excellent état général ; plus de symptômes locaux. Poids, 51^{kg}, 500. Épithélioma malpighien intermédiaire du col.

II. Les observations précédentes indiquent que nous ne pouvons plus considérer le cancer comme une maladie primitivement locale et qu'il s'agit, en réalité, d'une maladie d'ordre général dont la tumeur n'est que l'expression locale. Il est vraisemblable, d'après ce que nous enseigne le cancer expérimental du goudron, que le début réel de l'affection, chez l'homme, remonte à une date extrêmement éloignée, 10, 20, 30 ans peut-être.

La thérapeutique que je propose n'a nullement pour but de remplacer l'acte chirurgical. Il reste bien entendu que tout cancéreux opérable doit être opéré, mais nous ne devons pas considérer le malade opéré, même très largement, comme guéri et à l'abri désormais de toute récidive. Si la tumeur, qui n'est qu'un effet, est enlevée, il reste toujours le terrain.

Dans les cas inopérables, le traitement doit être tenté.

D'ailleurs, le plus grand éclectisme s'impose. Le bistouri enlèvera la masse principale, mais sans garantie que des cellules ne pulluleront pas ultérieurement : les rayons agiront sur une large néoplasie en surface, sans pouvoir détruire une masse de dimensions élevées : le radium exercera sur place son action destructive sans agir efficacement sur les adénopathies situées trop loin de sa sphère d'action : les traitements généraux pourront redresser un métabolisme défectueux, modifier favorablement le terrain, mais seront impuissants à faire disparaître une tumeur volumineuse. Seule, la combinaison de ces divers procédés permettra de fixer une thérapeutique

qui, pour être rationnelle, devra être adéquate à chaque cas particulier, envisagé aussi bien quant aux divers temps de son évolution qu'au siège de la néoplasie et à l'allure clinique de celle-ci.

PHYSICO-CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches relatives à l'action de certains amino-acides sur les points isoélectriques du sérum humain.* Note [1] de MM. **F. Vlès** et **A. de Coulon**, transmise par M. d'Arsonval.

Dans une série de publications dont le début remonte à 1923 [2], nous avons montré quelles relations peuvent présenter, avec l'état normal ou pathologique de l'organisme, les positions des points isoélectriques de certains éléments tissulaires (plasma musculaire, sérum, etc.), permettant de caractériser ainsi une sorte de terrain physico-chimique de l'organisme. Appliquées au problème du cancer, ces notions nous ont conduits à modifier expérimentalement l'évolution des tumeurs chez la Souris, et à constater que les substances abaissant dans certaines conditions le point isoélectrique créent un terrain réfractaire à divers types de néoplasmes; en particulier, nous avons établi [3] que sous l'action de certains acides aminés mélangés en proportions convenables, les cancers de goudron de la Souris sont susceptibles de fournir un grand nombre de régressions histologiques pouvant aller jusqu'à la disparition complète du tissu tumoral. L'ensemble de ces expériences n'a pas exigé moins de 15000 Souris.

Avec l'appui des résultats acquis sur l'animal, nous avons voulu rechercher jusqu'à quel point des notions du même ordre ne pourraient pas s'introduire dans l'expérimentation thérapeutique sur l'homme. Mais ce problème, forcément plus long et plus délicat que chez l'animal, doit être abordé en quelque sorte par approximations successives : nous présentons aujourd'hui les premiers résultats relatifs à l'un des phénomènes mis en jeu.

Dans le service de M. le professeur Gunsett, que nous sommes heureux de remercier très vivement des conseils et de l'aide matérielle qu'il nous a apportés de toutes les manières, nous avons introduit dans l'organisme d'un certain nombre de cancéreux, au moyen d'une technique opératoire appropriée et sous anesthésie générale, des stocks d'acides aminés corres-

(1) Séance du 1er décembre 1930.

(2) Voir Vlès et de Coulon, *Revue des notions actuelles sur un problème de physico-chimie pathologique* (*Arch. Phys. biol.*, 7, v, 1929, p. 1-64).

(3) F. Vlès, A. de Coulon et J. Nicod, *Comptes rendus* **189**, 1929, p. 1205; **191**, 1930, p. 350.

pondant au type n° III B utilisé chez la Souris (alanine-proline-cystine). Les malades ont été suivis par des recherches périodiques des points isoélectriques de leur sérum (¹). Il importe de noter que ces malades, comme cela est de règle dans de pareils essais, représentent de très mauvaises conditions cliniques, en ce que ce sont des porteurs de récidives ou de métastases pris à la dernière période de leur maladie, qui finissent d'épuiser toutes les ressources des thérapeutiques actuelles; d'autre part les doses que nous avons dû employer, pour des raisons de prudence toxicologique, ont été comparativement très petites par rapport à celles employées sur la Souris.

Néanmoins. malgré ces mauvaises conditions, un premier résultat ressort dès maintenant, qui est le décalage des points isoélectriques du sérum des malades : *sous l'action des substances introduites, les points isoélectriques des sérums ont subi en général une baisse notable* pouvant persister près d'un mois et demi après l'intervention; dans des cas extrêmes où les points isoélectriques étaient initialement sortis de l'échelle usuelle au delà de pH 10, pronostic grave, on les y a vu rentrer dans l'espace de quelques jours; les « globulines », invisibles dans ces cas, ont reparu dans les flocons. Des actions intercurrentes (irradiations par les rayons X; traumatismes accidentels, etc.) ont paru, comme chez la Souris, relever momentanément les points abaissés.

	Point isoélectrique pH_i avant l'opération.	Dose de substance active employée.	Constatation du début de descente du point isoélectrique.	Valeur la plus basse atteinte par le point isoélectrique.	Temps après l'opération pour lequel a été constatée cette valeur.
Mme D. (¹)......	pH 11	4 gr	5ᵉ jour	pH 5,0	1 mois
M. K. (²).......	>10	5 »	12ᵉ »	7,8	1 mois et demi
Mme E. (³)......	8,3	8 »	6ᵉ »	5,8	38 jours
M. M. (⁴).......	>10	9 » ?	8ᵉ »	6,2	39 »
Mme H. (⁵)......	9,5	12 »	19ᵉ »	8,0	19 »
Mme W. (⁶)......	>10	14 »	12ᵉ »	5,8	1 mois

Diagnostics. — (¹) Métastases ganglionnaires d'un néo du sein opéré. — (²) Métastases inguinale et abdominale d'un mélanocarcinome du pied droit. — (³) Épithélioma pavimenteux stratifié atypique, de la fosse nasale gauche. — (⁴) Epithélioma pavimenteux stratifié spinocellulaire du larynx. — (⁵) Épithélioma pavimenteux stratifié spinocellulaire de la face, développé sur ancien lupus. — (⁶) Epithélioma pavimenteux stratifié basocellulaire de la face.

(¹) Les mesures des points isoélectriques ont été faites avec la collaboration principale de M. Bernstein, et accessoire de Mlle Meyer, MM. Houot, Reiss, Mlles Gex, Prager, Achard; la préparation des produits, avec celle de Mlle Meyer; la surveillance journalière des malades a été effectuée par M. Spack.

Il semble donc que nous sachions aujourd'hui modifier par une technique appropriée, au moins dans un cas particulier, les points isoélectriques du sérum de l'Homme, et cette donnée pourrait avoir sans aucun doute, si elle était susceptible de généralisation et si nous savions convenablement en jouer, des applications thérapeutiques intéressantes dans des domaines divers. Il est important de ne pas perdre de vue que les recherches précédentes avaient, chez la Souris, porté sur les points isoélectriques du plasma musculaire : d'après ce qui a été vu antérieurement, l'évolution des points isoélectriques du sérum sanguin, quoique se présentant avec un ordre de grandeur comparable à celle du muscle, offre quelqufois moins de simplicité et peut suivre moins étroitement que le plasma musculaire les variations de l'état de l'organisme.

Quant aux modifications apparues dans l'évolution des tumeurs des malades corrélativement aux perturbations des points isoélectriques du sérum, il est encore trop tôt pour pouvoir émettre à leur sujet une opinion, même préliminaire, et, malgré quelques apparences de résultats intéressants, il serait encore prématuré de tenter de tirer des caractéristiques de cas par trop disparates : il faut laisser aux recherches, fort longues, le temps de préciser leurs résultats sur ce point.

A 16^h, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 15^m$.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 13 octobre 1930.)

Note de M. *S. Carrus*, Sur l'intégration des systèmes d'équations différentielles linéaires :

Page 593, ligne 21, au début de la formule, *au lieu de* dx, *lire* λx; à la fin, *lire* $(\lambda = ah + bk + cl)$.

Page 594, formule (2), *lire* $ay + bc + ct + d = t'_1$.

Page 595, formule (2'), *lire* $t = l(y, z', t'_1)$; formule (4), *lire* $L(y^{\alpha-1}, z^{\beta-1}, t_1^{\gamma}) = 0$; formule (5), *lire* $L(Y^{\alpha-h}, Z', T) = 0$; ligne 15, *au lieu de* vers, *lire* sur; ligne 26, *au lieu de* expériences, *lire* expressions.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

En ouvrant la séance, M. **Léon Lecornu** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

Longue est la liste des confrères disparus cette année et auxquels je dois rendre aujourd'hui un suprême hommage.

Dès le 13 janvier, nous perdions Auguste Rateau, doyen de la Division des sciences appliquées à l'Industrie, dans laquelle il avait été élu en 1918, enlevé en quelques jours, à l'âge de 66 ans, par une maladie imprévue.

Auguste Rateau était un brillant représentant de l'Industrie française. Armé d'une forte culture, reçue d'abord à l'École polytechnique, dont il était sorti au premier rang, puis à l'École supérieure des Mines, il n'avait pas tardé à quitter le service de l'État en vue de donner libre carrière à ses facultés d'invention.

La Mécanique pure constitue une science admirable mais dont l'art de l'Ingénieur ne saurait se contenter. Elle présente un caractère exclusivement théorique. Ses spéculations concernent des êtres abstraits, qui ne se rencontrent pas dans la nature; d'autre part, les calculs auxquels elle conduit sont bien souvent inextricables. Pour obtenir des résultats pratiques, on est obligé de sacrifier la rigueur mathématique, d'avoir recours à des hypothèses simplificatrices, d'introduire des coefficients empiriques. Ces façons de procéder scandalisent quelque peu les géomètres intransigeants; ils trouvent que tout cela manque de certitude et d'élégance. Ils ont raison en principe, mais nécessité n'a pas de loi. L'homme qui veut perfectionner des machines, faire voler des avions, construire des bateaux, des ponts ou des barrages n'a pas le temps de s'arrêter à des scrupules de doctrine. Il doit posséder les principes de la Science sans se laisser ligoter par elle. Mais il lui faut alors, pour ne pas faire fausse route, joindre à l'esprit géo-

métrique l'esprit de finesse, c'est-à-dire ici une certaine dose de bon sens alliée à un juste sentiment des réalités.

Auguste Rateau était remarquablement doué à cet égard, et ses nombreux succès ont démontré l'excellence de sa méthode. Pour se faire la main, il commença par écrire un « Traité des Turbomachines » qui est devenu classique en la matière. Une turbomachine est un corps solide tournant autour d'un axe fixe, au sein d'un liquide ou d'un gaz. Si le fluide est employé à faire tourner la machine, on a un turbomoteur. Si au contraire on a recours à une puissance étrangère pour communiquer à la machine une rotation capable de déplacer le fluide, on est dans le cas d'un turbogénérateur. Les roues hydrauliques, connues depuis fort longtemps, sont, d'après ces définitions, des turbomoteurs; mais elles ont l'inconvénient de ne pas canaliser convenablement le liquide. La turbine hydraulique proprement dite a constitué à cet égard un grand progrès. Elle existait avant Rateau; son mérite a consisté à étudier méthodiquement ce genre d'appareils, à discerner toutes les causes de perte de rendement, et à trouver les remèdes. Il a indiqué les moyens d'établir un ensemble harmonieux, capable de procurer le résultat voulu. Le problème se complique dans le cas des fluides gazeux à cause de leurs variations de densité et du rôle que joue alors la température. Ces difficultés n'ont pas arrêté l'éminent ingénieur.

Après avoir ainsi établi un corps complet de doctrine, Rateau est devenu constructeur, et il a fondé à cet effet une Société qui, après des débuts modestes, occupe actuellement dans l'industrie mondiale une place fort importante. Il a créé ses turbines à vapeur multicellulaires, dans lesquelles, en vue de diminuer les fuites, la chute de pression est répartie entre des étages successifs. Inversement, au moyen de pompes multicellulaires, il a pu atteindre des pressions jugées avant lui irréalisables avec ce genre de compresseurs.

Les turbines à vapeur ont la précieuse propriété de pouvoir fonctionner avec de très faibles écarts de température. Partant de là, Rateau a imaginé de recueillir dans un accumulateur la vapeur d'échappement provenant des diverses machines d'une usine et de la faire ensuite travailler sur des turbines à basse pression. Ce procédé s'est généralisé, et l'on récupère ainsi, annuellement, plus d'un million de chevaux-vapeur qui jadis étaient définitivement perdus.

Mentionnons encore les ventilateurs Rateau qui ont trouvé, notamment dans l'exploitation des mines, des applications nombreuses.

Je ne puis m'étendre davantage sur sa carrière industrielle, mais je dois rappeler la part qu'il a prise au développement de l'aviation. Dès 1909, il entreprenait, l'un des premiers, des expériences d'aérodynamique et en tirait des conclusions intéressantes. Puis, au cours de la guerre, il imagina son merveilleux turbo-compresseur, lequel actionné par les gaz d'échappement d'un moteur d'avion, permet de voler dans l'air raréfié des grandes altitudes. Pendant plusieurs années et jusqu'à sa mort, il présida avec une autorité particulière les travaux de la Société française de navigation aérienne.

Il était également président de l'Association française de normalisation, ayant pour objet d'uniformiser les types et les dimensions des pièces élémentaires entrant dans la construction des machines. C'est le moyen de généraliser les fabrications en série et d'abaisser ainsi les prix de revient.

Quelques jours après Auguste Rateau, s'éteignait, à son tour, dans sa quatre-vingt-douzième année, le général Hippolyte Sebert, doyen de la Section de Mécanique, dont il faisait partie depuis 1897, et doyen d'âge de tout l'Institut.

Sorti en 1860 de l'École polytechnique et classé dans l'artillerie de marine, il avait débuté à l'Arsenal de Toulon, puis avait été placé à la tête de la Direction d'artillerie de la Nouvelle-Calédonie. C'est surtout après la guerre de 1870 qu'il trouva l'occasion de manifester ses talents de balisticien.

La balistique est l'une des plus belles, mais aussi l'une des plus difficiles applications de la Mécanique. Il y a d'abord la balistique intérieure, concernant le mouvement imprimé au projectile dans l'âme de la pièce par la déflagration de la poudre. La loi de la déflagration est extrêmement complexe. Elle dépend non seulement de la composition de la poudre, mais aussi de la grosseur et de la forme des grains.

L'invention, par notre confrère M. Vieille, des poudres en forme de lames, à combustion complète, dites poudres sans fumée, a permis de régulariser le phénomène. Mais l'étonnante rapidité de ce phénomène laisse subsister bien des difficultés. Il faut pourtant parvenir à calculer les efforts qui risquent de faire éclater le canon, ainsi que la vitesse acquise par le projectile.

Dès que celui-ci sort de la pièce, on aborde le domaine de la balistique extérieure. Alors se présentent des difficultés d'un autre ordre. L'obus, n'étant plus guidé, prend, sous l'action de l'air, un mouvement complexe,

dont dépend la précision du tir. Il s'agit d'analyser ce mouvement dans ses moindres détails, et ce n'est pas là une mince affaire.

Hippolyte Sebert fut chargé de réaliser pour la marine le nouveau matériel de gros calibre. Il comprit nettement, ce qu'on n'avait pas fait avant lui, la nécessité de prendre en considération la durée, si brève fût-elle, des phénomènes produits au moment du tir et, partant de là, imagina un ensemble d'appareils de mesure extrêmement remarquables. C'est ainsi qu'il parvint à enregistrer simultanément le recul de la pièce et le mouvement du projectile parcourant la longueur de l'âme.

Un tube lance-torpille est un canon placé dans des conditions bien particuliéres. Il est plongé sous l'eau, en sorte qu'on doit le maintenir hermétiquement clos jusqu'à l'instant où le projectile est sur le point de sortir. Notre confrère sut régler la combustion de la poudre avec assez de précision pour faire fonctionner exactement au moment voulu le déclanchement démasquant la bouche.

Passant à la balistique extérieure, Sebert réalisa un projectile enregistreur qui inscrivait lui-même les phases successives de son mouvement, y compris les phénomènes brutaux accompagnant la pénétration dans une plaque de blindage.

Ces travaux et divers autres étaient d'ordre expérimental; ils dénotaient chez leur auteur une rare ingéniosité. Au point de vue théorique, Sebert publia en collaboration avec le capitaine Hugoniot, trop tôt enlevé à la Science, des notes d'un haut intérêt. D'autre part, il prit une part tout à fait prépondérante dans la création et l'installation du laboratoire central de l'artillerie de marine, qui peut être cité comme un modèle en son genre.

Parvenu à l'âge de la retraite, le général Sebert devint ingénieur conseil, puis administrateur délégué de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée. Mais il ne se laissa pas entièrement absorber par ces nouvelles fonctions; ses travaux antérieurs l'avaient familiarisé avec tous les secrets de la photographie, et il continua à s'occuper activement de cet art délicat. Il présida pendant plusieurs années avec une compétence particulière la Société française de photographie. Il présida également la fédération espérantiste de France.

Enfin, il était un adepte convaincu de la bibliographie décimale.

Au mois de juillet, s'est éteint, dans sa 75e année, Alphonse-Théophile Schlœsing, membre depuis 1903 de la Section d'Économie rurale. Il avait siégé pendant 16 ans auprès de son père Jean-Jacques-Théophile Schlœ-

sing, membre de la même section, mort en 1919 à l'âge de 95 ans. La carrière du fils fut calquée sur celle du père. Tous les deux, à leur sortie de l'École polytechnique, étaient devenus ingénieurs des manufactures de l'État; le fils avait succédé à son père dans la direction de l'École d'application et du laboratoire situés au quai d'Orsay, ainsi que dans la chaire de chimie agricole du Conservatoire des Arts et Métiers.

Alphonse Schlœsing était parvenu, par des expériences longues et précises, à établir d'une façon définitive que les légumineuses et diverses algues ont, grâce à la présence de certaines bactéries, l'importante propriété de fixer directement, en quantité souvent considérable, l'azote libre de l'atmosphère. Il avait aussi montré que, contrairement à une opinion très répandue, les phosphates du sol, malgré leur faible solubilité, sont absorbés par les racines des plantes, d'une façon non négligeable, en raison de la circulation incessante de l'eau. Ses travaux, fort variés, se distinguent par le souci constant de ne rien affirmer sans démonstration péremptoire, et ils présentent ainsi une valeur hautement scientifique. Sa modestie était non moins grande que son talent d'expérimentateur.

Le 6 août disparaissait à son tour Achille Le Bel, né le 21 janvier 1847 à Pechelbronn (Bas-Rhin). Nous l'avions élu le 2 juin 1929 pour recueillir, en qualité de membre libre, la glorieuse succession du maréchal Foch. Il compta donc bien peu de temps parmi nous, et d'ailleurs ne vint jamais à nos séances : l'âge et la maladie l'empêchaient en effet depuis longtemps de sortir; son élection fut un hommage tardivement rendu à l'un des grands noms de la chimie moderne.

Sorti en 1867 de l'École polytechnique, il avait quelque temps dirigé l'exploitation des gisements de pétrole de Pechelbronn, dont il était en grande partie propriétaire, puis il devint élève de Wurtz et sous la direction de ce maître éminent se passionna pour la chimie organique. C'était l'époque où l'on commençait à symboliser par des constructions géométriques les propriétés complexes de la molécule. Ces constructions permettaient d'expliquer et de prévoir nombre de réactions; mais elles restaient impuissantes devant les phénomènes de dissymétrie optique découverts par Pasteur. Le Bel eut l'idée géniale de remplacer les diagrammes plans par des figures construites dans l'espace. La stéréochimie, à laquelle devait s'attacher son nom, était du coup créée. Il n'avait à ce moment que 27 ans.

La même idée était venue, presque en même temps, au hollandais Van't Hoff. Mais Le Bel alla plus loin que son émule dans la poursuite des consé-

quences. Van't Hoff rapportait la constitution de la molécule au tétraèdre régulier : Le Bel envisagea avec succès le cas d'un tétraèdre quelconque. La stéréochimie est une science trop spéciale pour que je m'étende davantage sur ce sujet. Je me borne à rappeler que, dans notre séance du 25 août, notre confrère M. Urbain a montré, avec sa grande compétence, tout le parti que Le Bel a su tirer de sa magnifique découverte. Il n'hésite pas à conclure que les principes de Le Bel dominent aujourd'hui la Chimie tout entière. Ayant eu le privilège de fréquenter notre regretté confrère, il nous a dit aussi que l'individualisme de Le Bel était l'une de ses qualités dominantes, qu'il travaillait sans ambition personnelle, au point de négliger sa fortune, et seulement pour satisfaire son inlassable curiosité des phénomènes naturels.

Le mois d'octobre a été particulièrement cruel pour notre Académie. Nous avons, dans la même semaine, perdu successivement MM. Pierre Termier et Paul Appell.

Pierre Termier, vice-président en exercice et, par conséquent président désigné pour 1931, était né à Lyon en 1859, et était sorti premier, en 1880, de l'École polytechnique pour devenir, à la fin de sa carrière, inspecteur général des Mines, professeur de géologie à l'École supérieure des Mines et directeur du Service de la Carte géologique. Il avait été élu en 1909 dans la Section de Minéralogie.

Son œuvre principale a été la synthèse géologique des Alpes. Il a établi que, dans toute l'étendue de la chaîne, les phénomènes de charriage, découverts jadis par Marcel Bertrand, ont joué un rôle essentiel, c'est-à-dire que des paquets gigantesques de terrains ont été déracinés et transportés au loin, souvent à des centaines de kilomètres de distance, venant ainsi recouvrir des formations très différentes. Ces phénomènes extraordinaires ont été la conséquence de plissements produits par des efforts tangentiels dus à la contraction progressive de l'écorce terrestre. Ils se sont généralement accomplis avec une grande lenteur : les durées, en géologie se comptent par milliers de siècles. Parfois, cependant, il y a eu des époques de paroxysmes.

On conçoit la complexité que de pareils charriages introduisent dans les cartes géologiques, et il est d'autant plus difficile de s'y reconnaître que les roches ont souvent subi des changements d'aspect absolument déroutants. Aussi la thèse de P. Termier a-t-elle été longtemps combattue par les géologues autrichiens; mais actuellement l'accord est définitivement établi,

et l'on ne consteste plus que partout : en France, en Suisse, en Autriche, le mécanisme de la formation des Alpes a été le même. Notre confrère a même pu étendre ses vues aux montagnes d'Espagne, de Corse et du Maroc. Malgré son état de santé devenu précaire, il avait voulu revoir une fois de plus ce dernier pays, et c'est là que s'est déclaré le mal qui devait l'emporter.

En 1923, à la Séance publique de l'Institut, Pierre Termier fit, ici même, une lecture sur la Joie de connaître. C'était l'œuvre d'un écrivain de race, et, en effet, l'auteur possédait à un haut degré l'art d'embellir par la magie du style les résultats de la recherche scientifique. Je rappellerai encore la conférence qu'il donna un jour à l'Institut Océanique sur l'Atlantide, continent mystérieux qui suivant une tradition rapportée par Platon et déjà fort ancienne à son époque, aurait disparu sous les flots de l'Océan au delà des colonnes d'Hercule, nom donné jadis au détroit de Gibraltar : ce continent n'a rien de commun, on le voit, avec l'Atlantide qu'un roman célèbre situe au cœur du désert africain. Pierre Termier, armé de toutes les ressources de la Géologie, discute cette tradition et conclut qu'elle repose sur des faits bien réels. Les Açores, l'île Madère, les Canaries constituent, d'après lui, des cimes préservées par leur altitude de la submersion de ce continent. Et, en termes saisissants, il nous fait assister à cette convulsion de l'écorce terrestre ayant eu pour effet d'engloutir brusquement une civilisation inconnue. Peut-être, dans un bien lointain avenir, sera-t-elle ramenée au jour par un mouvement inverse, pour la plus grande joie des futurs membres de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

Les cinq confrères dont je viens de parler étaient tous d'origine polytechnicienne. Paul Appell avait été également admis en 1873 à l'École polytechnique; mais, reçu en même temps à l'École Normale, il avait opté pour celle-ci. Né à Strasbourg en 1855, il fut longtemps professeur, puis doyen, à la Faculté des Sciences de Paris et finalement, jusqu'à sa retraite, recteur de l'Académie. Dès l'âge de 37 ans, il avait été élu, en 1892, membre de l'Académie des Sciences dans la Section de Géométrie, dont il était devenu le doyen.

L'œuvre mathématique de Paul Appell est considérable, mais il est malheureusement impossible d'en donner ici une idée claire. Des Mémoires sur les fonctions hypergéométriques, sur les polynomes d'Hermite, sur les développements en séries de certaines fonctions holomorphes, etc. ne s'analysent pas comme des romans ou même comme des travaux philosophiques. Je dirai

seulement un mot d'un événement mémorable survenu en 1889. Le roi de Suède et de Norvège Oscar II, voulant fêter le soixantième anniversaire de sa naissance, n'avait rien trouvé de mieux que d'instituer un concours international de mathématiciens. Les concurrents étaient laissés complètement maîtres du choix de leurs sujets. Paul Appell envoya un travail intitulé : *Les intégrales des fonctions à multiplicateurs*. Le jury le classa second, avec médaille d'or, attribuant le premier rang à Henri Poincaré, auteur d'un Mémoire sur le problème des trois corps. Ce Mémoire célèbre faisait faire un pas de géant à la Mécanique céleste. Il fallait un Poincaré pour surpasser un Appell. Ces deux grands mathématiciens, d'ailleurs liés d'amitié depuis le lycée de Nancy, avaient ainsi procuré à la Science française une éclatante victoire.

Paul Appell n'était pas seulement géomètre et analyste. Son grand Traité de Mécanique rationnelle a fait époque, et continue directement l'œuvre immortelle de Lagrange et de Jacobi. Cette mécanique rationnelle, pour les raisons que j'ai déjà indiquées à propos de Rateau, ne suffit pas pour les applications à la mécanique terrestre, mais elle triomphe dans la mécanique céleste parce que les astres sont tellement éloignés les uns des autres qu'il est permis de négliger leurs dimensions vis-à-vis des distances qui les séparent et parce que, de plus, ils se meuvent librement dans le vide, influencés seulement par leurs attractions mutuelles.

Président, en 1914, de l'Académie des Sciences, et, par surcroît, de l'Institut tout entier. Paul Appell fut, à ce titre, choisi par le gouvernement pour présider le Secours national. Il se dévoua corps et âme à cette grande œuvre de solidarité. L'activité dont il fit alors preuve contribua à le faire nommer, plus tard, grand-Croix de la Légion d'honneur.

Le 13 juillet 1920 présidant, comme Recteur, la distribution des prix du Lycée de Reims, Paul Appell fit un beau discours dans lequel on relève le passage suivant, plus actuel que jamais: « Les progrès de la Science sont de telle nature qu'une nouvelle guerre serait une guerre de machines et d'engins scientifiques si formidables que vainqueurs et vaincus seraient également détruits. Oui, une nouvelle guerre serait le suicide de l'Humanité. Il faut que la Science, se vouant au service de la civilisation et de la liberté, l'emporte sur la Science mise au service de la violence et de l'oppression. »

Pour tuer, comme il disait, la guerre, Paul Appell comptait sur l'action effective de la Société des Nations. Aussi Léon Bourgeois l'avait-il à ses côtés quand il fonda, dès l'armistice, l'Association française pour la Société

des Nations, et se l'adjoignit-il comme principal collaborateur; il finit même, en 1924, par lui passer la présidence.

Le 12 juin 1927, on célébra à la Sorbonne le cinquantenaire scientifique du recteur, récemment retraité, auquel notre secrétaire perpétuel M. Émile Picard remit une médaille commémorative. Des nombreuses allocutions prononcées au cours de cette touchante cérémonie, je retiendrai seulement la conclusion suivante, formulée par notre confrère M. Painlevé, alors ministre de la Guerre, ancien élève de Paul Appell : « Vous n'avez pas seulement été, ainsi que vous l'avez parfois modestement dit, un bon Français; vous avez été et vous êtes un Grand Français. »

La mort n'a pas non plus épargné nos correspondants français ou étrangers. Neuf d'entre eux ont disparu au cours de la présente année.

Camille Viguier, décédé en février, était, depuis 1920, correspondant dans la Section d'Anatomie et Zoologie. Il avait passé la plus grande partie de sa vie à Alger, adonné à l'observation de la faune marine. La grande médaille de la Société d'acclimatation lui avait été décernée pour l'ensemble de ses travaux sur les conditions de la pêche en Algérie.

Au mois de mai s'éteignait Fridtjof Nansen. Deux grandes expéditions, entre autres, ont popularisé son nom. Ce fut d'abord, en 1888, la traversée du Groenland, désert glacé, effectuée en trois mois avec cinq compagnons. Les difficultés de cette traversée, jugée jusqu'alors impossible, furent terrifiantes. Chaussés de skis, tirant eux-mêmes leurs cinq traîneaux avec 500^{kg} de provisions, risquant à chaque instant de disparaître dans de profondes crevasses, endurant la nuit des froids de 45° tandis que pendant le jour, le thermomètre dépassait parfois 30° au-dessus de zéro, obligés de franchir dans de pareilles conditions un faîte de 2720^{m} d'altitude, les hardis explorateurs durent déployer une endurance montrant ce que peuvent des volontés de fer servies par des corps infatigables.

La seconde expédition avait pour objet la conquête du pôle nord. Nansen partit sur un bateau, le *Fram*, spécialement étudié et construit sous sa direction en vue de résister à la poussée des glaces. Pendant trois ans, de 1893 à 1896, on resta sans nouvelles de lui. C'est en 1895, alors qu'on ignorait s'il était encore vivant, qu'il fut élu correspondant dans notre section de Géographie et de Navigation. S'il ne put parvenir au pôle, du moins s'avança-t-il plus loin que ses prédécesseurs, atteignant 86° 14′ de latitude.

Quand il est mort, âgé de 69 ans, il était sur le point d'entreprendre en compagnie de Bruns une grande croisière avec un dirigeable appelé le *Nansen-Bruns*.

Nansen joignait à ses qualités d'explorateur celles d'un véritable savant. Il avait publié de nombreux ouvrages et réalisé divers instruments océanographiques. On lui doit une étude approfondie des variations éprouvées par le courant qui longe les côtes norvégiennes.

Au cours de la guerre mondiale, il s'occupa activement d'œuvres humanitaires qui lui valurent, en 1923, le prix Nobel de la paix. Après la guerre il représenta, à la Société des Nations, sa patrie, la Norvège, qui cette année a célébré solennellement ses obsèques.

Georges Neumann, correspondant depuis 1918 dans la Section d'Économie rurale, est mort en juin, dans sa 84e année. Ses principales publications ont paru dans les Mémoires de la Société zoologique de France. On lui doit aussi un Traité des maladies parasitaires des animaux domestiques. Sa compétence était grande en tout ce qui concerne l'helmintologie, l'entomologie parasitaire et l'acarologie.

Herbert Turner, décédé au mois d'août, correspondant depuis 1908 dans la Section d'Astronomie, dirigeait l'observatoire de l'Université d'Oxford. Il avait pris une part importante à l'établissement de la Carte photographique du Ciel ainsi qu'à la détermination de la différence de longitude entre Paris et Greenwich. Signalons aussi la contribution qu'il avait apportée à l'étude des étoiles variables.

Il s'était, dans les dernières années, beaucoup occupé de sismologie et avait trouvé pour les tremblements de terre des périodes en rapport avec celles de certains phénomènes solaires.

Au mois d'août également, à l'âge de 87 ans, s'est éteint Paul Wagner, élu en 1911 correspondant dans la Section d'Économie rurale. Il dirigeait depuis 1872 la station agronomique de Darmstadt, et l'on s'accordait à le regarder comme l'un des premiers agronomes allemands. Ses études avaient porté principalement sur l'emploi des scories de déphosphoration et sur les essais d'engrais par culture de plantes au laboratoire.

Le mois de septembre a vu disparaître Philippe Glangeaud, correspondant depuis 1923 dans la Section de Minéralogie. Il avait consacré sa carrière à la géologie du Plateau central. Il avait démêlé les nombreuses éruptions volcaniques de la Limagne ainsi que les divers massifs éruptifs ayant

concouru à la formation du Cantal. Il avait en outre précisé les rapports existant entre les lignes de fracture et les positions des volcans.

Émile Godlewski, décédé aussi en septembre, correspondant depuis 1911 dans la Section d'Économie rurale, était professeur honoraire à l'Université de Cracovie et membre de l'Académie polonaise des Sciences et des Lettres. Il s'était occupé de physiologie végétale et il avait étudié notamment la respiration des graines oléagineuses pendant la germination, l'influence de la pression osmotique sur l'allongement des végétaux, ainsi que l'influence de la lumière sur la façon dont les plantes utilisent les nitrates. Ses travaux se distinguent par la précision et l'ingéniosité des méthodes employées.

Adolph Engler, correspondant depuis 1912 pour la Section de Botanique, est mort en octobre à Berlin dans sa 87e année. Ses travaux concernent surtout la botanique descriptive et la géographie botanique. Il a été le créateur du jardin botanique de Berlin, renommé pour sa bonne organisation.

Enfin, le 24 novembre, nous avons perdu René Blondlot, né en 1849, correspondant depuis 1894 pour la Section de Physique générale. Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, il s'était de bonne heure distingué par son talent d'expérimentateur, appliqué à de fort délicats problèmes concernant la propagation des ondes. Il était notamment parvenu à déterminer la vitesse de l'électricité parcourant un fil conducteur et il avait trouvé sensiblement $300\,000^{km}$ par seconde, c'est-à-dire la vitesse de la lumière.

Plus tard, il avait cru découvrir que l'activité intellectuelle est accompagnée de certaines radiations extérieures appelées par lui rayons N. C'était là un fait très nouveau et particulièrement intéressant. Malheureusement les preuves qu'il en a données n'ont pas jusqu'ici paru suffisamment convaincantes, et la question des rayons N est demeurée en suspens.

Quoi qu'il en soit, l'Académie, tenant en haute estime l'ensemble de ses travaux, lui avait attribué trois de ses prix les plus importants.

La Mécanique, dont les travaux de Rateau, du général Sebert et d'Appell m'ont amené à parler, n'était guère prisée de Pascal si nous devons prendre à la lettre l'étonnante pensée qu'il a formulée en ces termes :

« Il faut dire en gros : cela se fait par figure et mouvement car cela est vrai; mais de dire quels, et composer la machine cela est ridicule; car cela est inutile et incertain, et pénible. Et quand cela serait vrai, nous n'estimons pas que toute la philosophie vaille une heure de peine. »

Mais Pascal s'exprimait ainsi vers la fin de sa vie, alors que plongé dans la théologie, il ne songeait plus guère à sa théorie de la roulette, à ses inventions de la machine à calculer et de la presse hydraulique, à sa démonstration de la variation de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude. Ce qu'il faut surtout retenir de cette boutade, c'est que les lois générales importent infiniment plus que leurs applications à tel ou tel cas particulier. Si Pascal avait connu la science moderne dite l'Énergétique, nul doute qu'il eût été séduit par cette puissante synthèse. Elle repose sur les deux principes de la conservation et de la dégradation de l'Énergie.

L'Énergie est par définition la capacité de travail; son essence nous est aussi inconnue que celle de la matière. Nous savons seulement, ou, pour mieux dire, nous admettons que jamais elle ne se crée ni ne se perd. Elle est susceptible de se transformer de bien des manières, elle peut devenir successivement mécanique, calorifique, chimique, électrique, etc. : à travers toutes ces métamorphoses, sa grandeur demeure invariable.

Cependant, si sa quantité se conserve, sa qualité peut diminuer, et cette découverte a suffi pour immortaliser le nom du premier Sadi Carnot. Que faut-il entendre par là? Envisageons seulement comme l'a fait Carnot la forme mécanique et la forme calorifique. On constate que si l'énergie mécanique peut être intégralement changée en une quantité équivalente de chaleur la réciproque n'est pas vraie. Pour faire fonctionner une machine à vapeur il faut disposer d'une chaudière et d'un condenseur — c'est ce qu'on appelle la source chaude et la source froide. — Une partie de la chaleur prise à la chaudière s'en va au condenseur sans avoir produit de travail, et, pour une température donnée de la source froide, la fraction utilisable diminue avec la température de la source chaude.

Deux sources de température inégale suffisent, théoriquement, pour actionner un moteur à vapeur; mais la réalisation devient fort malaisée quand l'écart de température est faible. Pourtant notre confrère, M. Georges Claude, avec la collaboration de M. Boucherot, n'a pas craint de s'attaquer à ce problème et il s'est adressé dans ce but aux mers tropicales, dont l'eau superficielle est d'une vingtaine de degrés plus chaude que celle du fond. Il a trouvé, près de la Havane, un emplacement favorable et malgré la difficulté d'installer, dans une mer constamment

agitée, l'énorme tuyau destiné à la montée de l'eau froide, il est parvenu à ses fins. Une usine de démonstration a été mise en marche. Il s'agit maintenant de passer aux applications industrielles. Pour mesurer toute l'importance de la question, il suffit de savoir que pour un même poids d'eau débité la chute de chaleur utilisée est bien supérieure, comme puissance de travail, aux chutes du Niagara et qu'on disposera de la masse illimitée de l'Océan. On ne sait, dans cette affaire, ce qu'il faut le plus admirer de la science et de l'habileté de l'ingénieur ou de son imperturbable ténacité. Il a prouvé, une fois de plus, que le mot *impossible* n'est pas français.

Sans insister davantage sur la dégradation de l'énergie je voudrais maintenant m'arrêter un instant sur le principe de conservation considéré dans son application à la télégraphie et à la téléphonie sans fil, ou bien, suivant l'abréviation consacrée, à la T. S. F.

Pour parler devant un microphone, il suffit, sans forcer la voix, de fournir le faible effort capable de faire vibrer l'air ambiant. L'orateur dépense ainsi une légère dose d'énergie, empruntée à son organisme, et c'est avec cela qu'il s'agit de se faire entendre par d'innombrables auditeurs placés un peu partout à des centaines et même à des milliers de kilomètres de distance. Voyons en gros, pour reprendre l'expression de Pascal, comment est rendu possible un tel résultat qui jadis eût paru relever de la sorcellerie.

En fait, la parole n'a pas ici d'autre rôle que de régler la façon dont se dépense l'énergie considérable provenant d'une source auxiliaire. Les exemples analogues abondent autour de nous. Touchons légèrement le bouton d'un ascenseur : il se met en mouvement avec sa charge. Touchons un autre bouton : il s'arrête. L'artilleur tire une ficelle, cela suffit pour qu'un détonateur, mettant le feu à la poudre, libère l'énergie qu'elle tient en réserve, et aussitôt l'obus s'en va porter au loin sa puissance destructive. Le mécanicien d'une locomotive ouvre un robinet : voici que le train démarre et marche bientôt à toute vitesse. A la vue d'un signal fermé ce mécanicien coupe la vapeur, déclanche le frein à air : obéissant à ces gestes, le train ne tarde pas à s'arrêter. Observons qu'en pareil cas un élément très spécial s'insère dans les transformations successives de l'énergie : l'agent, en apercevant le signal, a eu l'intuition du danger et sa manœuvre, déterminée par un ordre venu de son cerveau, a totalement modifié le cours des événements ultérieurs. Nous sortons alors du domaine mécanique pour entrer momentanément dans celui de la psychologie, laquelle n'est pas de mon ressort. Tout ce qu'il m'est permis de dire, c'est que la conservation de l'énergie

mécanique n'est nullement compromise par l'intervention du fait intellectuel.

Revenons à la T. S. F. Ce n'est pas assez que l'énergie initiale se trouve, par un apport auxiliaire, fortement amplifiée : il faut que l'opération laisse subsister les moindres détails de la parole ou de la musique. Un problème du même genre a été depuis longtemps résolu par les mécaniciens, et ils ont créé le servomoteur, c'est-à-dire le moteur asservi, appareil disposé de façon à permettre de commander, au moyen d'un organe minuscule, l'allure d'une machine. Pareillement, des moyens appropriés sont employés en T. S. F. pour asservir l'onde puissante qui, partie du poste d'émission, voyage avec la vitesse de la lumière, porteuse de toutes les modulations confiées à sa garde.

Mais cette onde présente des oscillations de haute fréquence qui, en exerçant des impulsions opposées, laisseraient immobile la membrane sonore. La T. S. F. n'est devenue possible que le jour où l'on a su vaincre cette difficulté capitale. C'est notre confrère, M. Branly qui, le premier, a trouvé le moyen d'y parvenir. Ce moyen, qui s'appelle la détection, consiste à transformer le mouvement alternatif en mouvement de sens constant, grâce à la suppression des retours en arrière. Dans la mécanique ordinaire, le problème est résolu par les appareils appelés encliquetages. Mais il s'agit ici de manœuvrer des électrons.

Jointe à l'amplification produite, comme au poste émetteur, par une énergie auxiliaire, la détection donne un poste récepteur capable de se faire entendre.

Ce serait parfait s'il n'existait dans le monde qu'un seul poste émetteur. Mais, en réalité, de tous les points de l'horizon arrivent à l'auditeur des ondes entre lesquelles, sous peine de n'obtenir qu'une effroyable cacophonie, il faut absolument faire un choix. On a pour cela recours à un phénomène bien connu, celui de la résonance. Sur un corps, tel qu'un ressort ou un pendule, possédant une période déterminée d'oscillations, une suite de petites impulsions ne produisent un effet sensible que si elles agissent toutes dans un sens favorable à l'entretien de ces oscillations. Il faut pour cela que leur cadence concorde avec celle du corps considéré. Ceci étant, pour recevoir, à l'exclusion de toutes autres, l'onde provenant du poste qu'on veut écouter, il suffit que le poste récepteur soit accordé avec celui-là. On obtient ainsi la sélection désirée, et, du même coup, l'audition est considérablement renforcée parce que l'énergie reçue se trouve utilisée dans les conditions les plus favorables. Si l'on dispose d'un cadre au lieu d'une antenne, on améliore la sélection en dirigeant ce cadre vers le

poste qu'on veut recevoir. Un meunier procède d'une façon analogue quand il oriente par rapport au vent les ailes de son moulin.

Les ondes de la T.S.F., quelle que soit pour nous leur importance, représentent à vrai dire bien peu de chose dans l'ensemble des phénomènes ondulatoires au milieu desquels s'écoule notre existence. Tout vibre dans l'univers; il semble même, d'après les dernières conquêtes de la science, que les électrons, éléments constitutifs de la matière, se réduisent, en dernière analyse, à des condensations locales de l'énergie due aux incessants frémissements de l'éther. Ces ondes innombrables se propagent en tous sens. En chaque point de l'espace, elles s'entrecroisent sans se contrarier. Elles traversent notre organisme sans que, pour la plupart d'entre elles, nous éprouvions la moindre sensation : car dans la suite indéfinie de leurs fréquences, l'œil ne perçoit que la zone fort restreinte, correspondant aux couleurs de l'arc-en-ciel, et notre peau n'est impressionnée que par les ondes dites calorifiques. Toutes sont muettes : dans les espaces infinis règne le silence éternel dont s'effrayait Pascal.

Les ondes de l'éther ont-elles une influence sur notre santé ? Cela est certain pour les radiations calorifiques ou lumineuses et les radiations ultraviolettes, certain aussi pour les rayons X et les courants utilisés dans la d'arsonvalisation. En ce qui concerne spécialement les ondes de la T.S.F., on peut admettre que cette influence, si elle existe, est absolument négligeable, car pour peu qu'on s'éloigne d'un poste d'émission, l'énergie reçue est bien trop faible pour agir efficacement. Nous n'avons donc aucune inquiétude à éprouver sous ce rapport.

Entendre à toutes distances c'est déjà un beau résultat, mais on voudrait maintenant obtenir davantage et réaliser la télévision. Le cinéma a d'abord été purement visuel, puis il est devenu parlant ; c'est ici le problème inverse qui se pose. Nous touchons maintenant au but ; un jour viendra où confortablement installé dans un appartement bien clos, on apercevra les habitants des antipodes en même temps qu'on entendra leurs paroles. L'Ecclésiaste déclarait jadis qu'il n'y a rien de nouveau sous le soleil. C'était peut-être vrai de son temps, ce l'est beaucoup moins aujourd'hui.

Le revers de la médaille, c'est que l'enthousiasme provoqué par les grandes découvertes ne tarde guère à s'émousser. Il y a d'autre part, en ce qui concerne toutes les relations à grande distance, l'inconvénient que, pareille à la peau de chagrin imaginée par Balzac, la surface de notre planète semble se rétrécir à mesure que nos désirs reçoivent satisfaction. Il est

vrai que nous connaissons seulement la pellicule superficielle. Au-dessous, il faudrait pour atteindre le centre. parcourir plus de 6000^{km}. Par là se trouve le royaume de Pluton, à l'égard duquel nous ne possédons que de bien vagues indications. Jules Verne, Wells, d'autres encore ont promené des voyageurs imaginaires dans ces mystérieuses régions; mais ce sont fantaisies de romanciers. Pour aborder scientifiquement le problème il faudrait posséder de nouveaux procédés d'investigation à distance. Dans le sens opposé, c'est-à-dire en s'éloignant de la Terre, on est beaucoup mieux renseigné. Tout porte à croire que vers l'altitude de 50^{km} existe une couche ionisée qui empêche les ondes de T. S. F. d'aller se perdre au delà, et augmente ainsi leur portée horizontale. Plus haut encore commence le vide parcouru par les astres lointains que le télescope et le spectroscope nous permettent d'étudier avec une précision chaque jour croissante. Mais il est dit que l'homme ne sera jamais satisfait des résultats acquis. Le ballon, l'aéroplane ne peuvent se soutenir que dans l'air. Par contre, la fusée, à condition de lancer derrière elle une traînée assez semblable d'aspect à la queue des comètes, est théoriquement susceptible de se propulser dans le vide. On s'embarquera donc dans un navire muni de fusées, et l'on ira ainsi visiter la Lune, qui s'obstine à nous montrer toujours la même face, puis on poussera vers Mars, vers Vénus, plus loin encore, toujours plus loin. Ce nouveau mode de locomotion est déjà baptisé : il s'appelle l'astronautique. Les calculs sont faits, il ne s'agit plus que de trouver les capitaux nécessaires. On ne dit pas si la future Compagnie délivrera des billets d'aller et retour.

En attendant, si le chercheur, au lieu de diriger ses regards vers l'infiniment grand, se penche sur l'infiniment petit, il y découvre d'autres merveilles. Dans chaque atome, il devine un astre central appelé le noyau, entouré d'un essaim de planètes, obéissant, dans leurs révolutions, à des lois très différentes de celles de la mécanique céleste; pourtant, on admet comme un dogme fondamental qu'ici encore la loi de conservation de l'énergie demeure intangible. Ce n'est pas tout : le noyau, malgré sa prodigieuse petitesse, est susceptible d'éprouver spontanément une décomposition progressive : tel est le cas du radium, ou bien on parvient à l'attaquer au moyen de rayons suffisamment pénétrants. Il est établi que ce microcosme renferme de formidables réserves d'énergie que dans l'avenir on parviendra peut-être à utiliser. Ce serait la plus grande révolution industrielle que l'humanité ait jamais connue. Serait-elle de ce fait plus heureuse? C'est une autre question.

Dans tout cela, il ne s'agit encore que de la matière inanimée. Comment

et à quelle époque, dans le monde des atomes, a pénétré cet élément mystérieux, la vie, dont l'énigme recule à mesure qu'on cherche à saisir son origine, et dont les sciences biologiques étudient les manifestations?

A ce propos, je ne puis résister au désir d'évoquer encore une fois le souvenir de P. Termier. Puisque malheureusement il ne sera pas ici dans un an pour prononcer le discours présidentiel, écoutez du moins cette page dont il est l'auteur ([1]) :

« Prenons la Terre à l'instant, d'ailleurs inimaginable, où la Vie s'y est installée : le Soleil existe, les jours et les nuits existent et la révolution de la jeune planète autour de l'astre d'où elle est émanée s'effectue régulièrement, comme aujourd'hui ou à peu près comme aujourd'hui, dans un temps invariable. La Vie s'étend peu à peu : c'est toute une *biosphère* qui enveloppera désormais la surface terrestre. Les jours et les nuits se succèdent, et bien que chaque jour ressemble à celui qui l'a précédé, il modifie, d'une touche à peine perceptible, les règnes vivants tout comme le domaine des choses inanimées. Entendez-vous ces heures qui tombent, pareilles aux grains de sable du sablier, aux gouttes d'eau de la clepsydre? Chacune a fait son œuvre; chacune a travaillé au changement de la biosphère, au changement, aussi, des continents et des rivages. Comptez, si vous pouvez, ces ouvrières innombrables, ouvrières de vie et de mort, ouvrières de démolition et de reconstruction : multitude effrayante, qui défile devant nous, sans arrêt, sans trêve, d'une allure uniforme et fatale. C'est le temps qui passe : cela fait, au total, cinq cents millions de révolutions terrestres, peut-être davantage. »

Ainsi, d'après P. Termier, dont l'opinion se base sur les résultats acquis par la géologie, la vie remonterait à quelque chose comme cinq cents millions d'années. Un tel chiffre donne le vertige; pourtant il ne représente qu'une faible fraction de l'âge probable de la Terre et il n'est qu'un zéro dans l'éternité des temps.

Au-dessus de la vie s'épanouit, plus mystérieuse encore, la pensée sans laquelle bien des choses dont, en particulier la Science, ne pourraient exister. Henri Poincaré a même écrit ces mots troublants, au sujet desquels il y aurait beaucoup à dire : « Tout ce qui n'est pas pensée est le pur néant. »

([1]) Pierre Termier, *Le Temps* (*Revue universelle*, 1920).

Origine de la vie, apparition de la pensée : problèmes insondables vis-à-vis desquels le savant doit avoir la franchise de se déclarer incompétent. Cela ne signifie pas qu'il s'en désintéresse; mais, pour lui, le domaine de la croyance et celui de la science objective demeurent bien distincts; Pasteur nous a donné à cet égard un exemple que nous ne saurions oublier.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation de nos prix.

PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS EN 1930.

RAPPORTS.

MATHEMATIQUES.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Appell, Painlevé, Hamy, Lecornu, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Arnaud Denjoy**, professeur à la Faculté des sciences, pour l'ensemble de son œuvre mathématique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Appell, Painlevé, Hamy, Lecornu, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Eugène Fabry**, professeur honoraire à la Faculté des sciences de Marseille, pour ses travaux sur les singularités des fonctions analytiques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Vieille, Lecornu, Goursat, Mesnager, Borel, Drach; G. Kœnigs, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Le Rolland**, professeur à l'Université de Rennes, pour ses travaux sur les mesures de dureté au moyen du pendule.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Goursat, Mesnager, Drach, N....)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX BOILEAU.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Goursat, Mesnager, Drach, N....)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Picard, Appell, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Goursat, Drach, N.; Mesnager, rapporteur.)

Le général **Émile Duchêne**, actuellement à la tête de la Section technique du Génie, a reçu en 1911 le prix Montyon (mécanique), pour un livre : *L'Aéroplane étudié et calculé par les mathématiques élémentaires*.

Au début de la guerre, il a proposé et a réalisé des projectiles empennés permettant le jet à faible distance de lourdes charges d'explosifs destinées à détruire les réseaux de fil de fer.

Après différentes vicissitudes, ces projectiles sont devenus ceux du mortier de 58, et le général peut être considéré comme l'un des créateurs de l'artillerie de tranchée qui nous manquait totalement au début de la guerre. Le service rendu a été, à l'époque, apprécié puisque le commandant Duchêne a été fait officier de la Légion d'honneur en 1915 dans des conditions exceptionnelles et promu lieutenant-colonel en 1917.

Après être retourné aux armées, il a été rappelé pour continuer l'étude des projectiles empennés et nommé chef du service des mortiers de tranchée à la Section technique de l'Artillerie. Il a pu réussir à lancer des projectiles empennés de 105 à 9300^{m} dans un canon lisse, mais la précision était insuffisante. On a reconnu seulement l'avantage de fuseler les corps d'obus, même à ces grandes vitesses, puisque malgré son important empennage, le projectile avait la valeur balistique des meilleurs obus D.

L'étude de la technique du projectile l'amena à introduire dans la balistique la notion de courbe métacentrique.

Il essaya ensuite de tirer des projectiles fuselés dans des canons rayés. Il constata la nécessité pour éviter le « basculement » du projectile :

1° Au sortir de la pièce, d'augmenter l'inclinaison des rayures (15°), pour éviter l'exagération du mouvement de nutation ;

2° Au sommet de la trajectoire, d'éviter l'excès de stabilité gyroscopique, et pour cela d'augmenter le couple de précession en plaçant un empennage à l'avant.

Ce système d'artillerie, entièrement nouveau, fut expérimenté avec un plein succès à Harfleur avant la fin de la guerre. De nouvelles expériences furent continuées jusqu'en 1928.

La Commission d'enquête de Bourges a conclu nettement qu'il y a, *aux grandes comme aux petites vitesses, intérêt à affiner beaucoup l'arrière des projectiles*.

Les travaux du général **Duchêne** sont résumés dans deux Notes du *Bulletin de Renseignement de l'Artillerie*. Les résultats sur les tirs dans le 155 G. P. F. font également l'objet de deux Notes de la Commission d'expérience de Bourges.

Ces travaux montrent une liaison importante entre l'aérodynamique et la balistique.

Cet ensemble de travaux et d'autres applications moins importantes des

mêmes principes, qui modifient un grand nombre d'opinions admises, constituent un ensemble de recherches qui paraissent amplement justifier l'attribution d'un prix de mécanique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue; Esclangon, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Nicolas Stoyko**, astronome attaché au Bureau de l'heure, pour ses travaux théoriques et pratiques de calcul d'orbites planétaires.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon; Deslandres, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Gilbert Rougier**, aide-astronome à l'Observatoire de Strasbourg, pour ses travaux sur les cellules photo-électriques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDAILLE JANSSEN.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Maurain; Deslandres, rapporteur.)

La Commission propose de décerner la médaille Janssen à M. **Bernard Lyot**, astronome à l'Observatoire de Paris-Meudon.

M. Lyot, qui est attaché depuis 1921 à l'Observatoire de Meudon, a montré dès le début des aptitudes remarquables pour la recherche expérimentale; il a apporté des perfectionnements notables dans tous les instruments et appareils qui lui ont été confiés, et il en a créé de nouveaux qui sont fort intéressants.

Depuis plusieurs années, il étudie la polarisation de la lumière de la Lune et des planètes. Avant lui, si l'on excepte la Lune et les pôles de Mars, on admettait que la lumière de ces corps célestes était naturelle, c'est-à-dire non polarisée. Or, après avoir établi un polarimètre dix fois plus sensible que les polarimètres antérieurs, M. Lyot a montré que la lumière de toutes les planètes présente une polarisation mesurable; de plus cette polarisation a des propriétés caractéristiques très curieuses, qui sont liées, d'une part, à l'angle de diffusion ou de vision (angle des directions, planète-soleil et planète-terre) et, d'autre part, à la nature de la couche planétaire qui diffuse et nous renvoie les rayons solaires.

Lorsque l'angle de diffusion augmente, la polarisation varie; en particulier, pour certaines valeurs de cet angle, le plan de polarisation, d'abord perpendiculaire au plan de diffusion (plan-soleil, planète-terre) lui devient parallèle, et inversement. On a ce que l'auteur a appelé les angles d'inversion. La Lune, les planètes Mercure et Mars ont un seul angle d'inversion à 24°; Vénus, par contre, offre quatre angles d'inversion. Les deux parties de l'anneau de Saturne séparées par la division de Cassini, ont des polarisations très différentes. Dans ces divers cas, ici très brièvement résumés, on peut conclure à des différences notables dans les couches diffusantes.

Ces premiers résultats, entièrement nouveaux, ont été justement remarqués, et ont valu à leur auteur en 1928 le prix Lalande; mais ils ont été complétés depuis par des recherches de laboratoire d'une importance au moins égale.

M. Lyot s'est proposé de reconnaître les couches solides ou nuageuses, qui, illuminées par diffusion dans le laboratoire, offrent les mêmes phénomènes de polarisation que les deux groupes planétaires déjà distingués, qui sont, d'une part, la Lune, Mercure et Mars, et, d'autre part, la planète Vénus.

Il a étudié ainsi de nombreuses substances, roches ou poudres, choisies surtout parmi celles qui forment l'écorce terrestre. Ces substances ont montré des angles d'inversion, signalés pour la première fois, mais inférieurs en général à 24°. Les cendres volcaniques seules ont offert, pour les divers angles de diffusion, une polarisation comparable à celle de la Lune.

Il a étudié de même les nuages de gouttelettes d'eau et de glace, en faisant varier le diamètre des particules et l'opacité du nuage. Les inversions sont nombreuses, aussi nombreuses qu'avec la planète Vénus, dont la couche diffusante doit être constituée par des nuages; même, les particules doivent y être plus fines que dans les nuages terrestres.

En fait cette deuxième série de recherches inaugure une méthode nouvelle qui permet d'étudier dans les planètes la nature des couches superficielles éclairées par le Soleil. L'auteur, qui est jeune, s'affirme déjà comme un maître.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon; Deslandres, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 5000fr à M. **Alexandre Véronnet**, astronome adjoint à l'Observatoire de Strasbourg, pour ses beaux travaux de cosmogonie.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LA CAILLE.

(Commissaires : MM. Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à Mme **Edmée Chandon**, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris, pour ses travaux sur les marées de la mer Rouge.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION ANTOINETTE JANSSEN.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon, N....)

Le prix n'est pas décerné.

GÉOGRAPHIE.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Douvillé, Mangin, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier; M. d'Ocagne, rapporteur.)

Le livre du commandant **Félix Ollivier**, chef de bataillon du Génie, *La topographie sans topographes*, constitue le traité sans doute le plus complet et le plus savant qui ait encore été écrit sur l'art de la photogrammétrie, englobant à la fois les levés topographiques effectués par la photographie et la transformation automatique des clichés obtenus en cartes cotées.

La question ne semble pas avoir été encore traitée aussi à fond, à la fois sous tous ses aspects. L'auteur fait montre en cette matière d'une érudition à la fois géométrique, physique, physiologique et historique des plus remarquables qui confère à son exposé une singulière valeur. Nombre de ses aperçus ont, au reste, un caractère pleinement original.

L'ouvrage est tout à fait digne de faire attribuer à son auteur le prix Delalande-Guérineau.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Douvillé, Mangin, Lallemand, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier; Lecomte, rapporteur.)

Depuis plus de vingt ans M. **André Guillaumin**, sous-directeur du laboratoire de culture au Muséum d'histoire naturelle, s'est consacré à l'étude de la flore des îles du Pacifique. Après avoir établi le catalogue des Phanérogames de la Nouvelle-Calédonie, il a réuni les éléments d'une flore de ce pays en établissant et élaborant 17 familles végétales les plus importantes, dont les Rubiacées et les Euphorbiacées qui comptent chacune plus de 200 espèces.

Mais M. Guillaumin ne s'est pas borné à ce travail de floristique, cependant très intéressant par le nombre extraordinaire de genres et d'espèces endémiques que les botanistes y ont reconnus; mais surtout il a voulu mettre en relief la physionomie propre de cette flore spéciale en la comparant en détail avec la flore des régions du Pacifique; il a même établi les

étapes successives de cette flore en s'appuyant autant que possible sur les données de la flore actuelle et sur celles de la Paléobotanique. Le caractère de la flore Néo-Calédonienne se révèle par l'abondance extraordinaire des plantes ligneuses et par le caractère nettement xérophytique de beaucoup des familles représentées; il faut aussi noter nombre de formes de jeunesses présentées par des plantes appartenant à des familles diverses telles que les Méliacées, Araliacées, Moracées, Conifères, etc. Les familles végétales sont inégalement représentées suivant les îles considérées.

La flore des Nouvelles-Hébrides est actuellement l'objet des études de M. André Guillaumin.

Les travaux de M. André Guillaumin sur la flore des Iles du Pacifique ont retenu l'attention de la Commission et celle-ci propose à l'Académie d'attribuer le prix Gay en 1930 à M. **André Guillaumin**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Douvillé, Mangin, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier; Bouvier, rapporteur.)

La Commission propose pour ce prix M. **Jean Bathellier**, agrégé de l'Université, professeur au lycée Lakanal, auteur d'un important travail intitulé : *Contribution à l'étude systématique et biologique des Termites de l'Indochine*.

C'est la première fois qu'une étude sérieuse est consacrée aux Termites des possessions françaises indochinoises. L'auteur étudie une vingtaine d'espèces de ces Insectes quant aux procédés de construction, à l'alimentation et à la détermination des castes, surtout chez l'*Eutermes matangensis* qui est une espèce à soldats nasicornes et chez le *Termes gilvus* qui est un Termite champignonniste. De ces études il ressort : qu'il y a deux types de construction chez les Termites indochinois, l'un utilisant la terre mastiquée, l'autre les produits excrémentiels rejetés par l'insecte, — que le liquide défensif rejeté par les soldats nasicornes est de nature résineuse — que les castes sont déterminées dès l'œuf et reconnaissables à l'origine au développement inégal des glandes sexuelles, — que les meules à champignons des espèces champignonnistes sont faites de feuilles mastiquées et portent, comme celles des Fourmis, des cultures de Basidiomycètes qui sont bloquées au stade de la formation du chapeau.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Douvillé, Mangin, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Fichot ; Perrier, rapporteur.)

M. **Georges Poivilliers**, ingénieur des arts et manufactures, a consacré tous ses efforts depuis plus de dix ans à l'étude et à la mise au point de procédés pratiques permettant le tracé automatique et précis de tous les éléments d'une carte (planimétrie et nivellement), en partant de deux photographies distinctes quelconques (terrestres ou aériennes), de la même zone de terrain. Il avait eu son attention attirée sur ce problème pendant la guerre alors que, lieutenant d'artillerie observateur dans une escadrille de corps d'armée, il avait besoin de déterminer avec précision les positions d'ouvrages ennemis identifiés sur des photographies.

Dès la fin de 1919, M. Poivilliers, sans connaître encore tous les travaux exécutés à l'étranger, avait établi le principe d'un appareil apportant la solution complète du problème et qui a fait l'objet d'une note aux *Comptes rendus* (t. 175, nº 18, 30 octobre 1922) à laquelle nous renvoyons pour l'exposé de ce principe.

Depuis cette époque, M. Poivilliers a poursuivi la réalisation de l'appareil avec l'aide de la Société d'Optique et de Mécanique de haute précision. L'appareil commandé à cette Société par le Service géographique de l'Armée en 1924 pour la partie optique, en 1925 pour la partie mécanique, a été livré en 1927 et a été présenté aux Expositions internationales de Photogrammétrie de Zurich en septembre 1930 et du Conservatoire national des arts et métiers tout récemment. Certaines modifications viennent de lui être apportées pour en augmenter le rendement, et la commande d'un deuxième appareil vient d'être passée.

Les résultats obtenus sont les suivants :

1º *Photographies terrestres*. — Des expériences comparatives entre l'appareil Poivilliers et le stéréoautographe von Orel, maintenant classique, ont été exécutées dans la région du Pelvoux. La précision des deux levers est du même ordre.

2º *Photographies aériennes*. — Dans la région de Gagny (Eure), un lever au $\frac{1}{10000}$ par photographies aériennes restituées à l'aide de l'appareil Poivilliers, a été comparé à un lever à la même échelle exécuté par les procédés terrestres normalement employés pour les levers dits de précision. Les

deux planimétries se superposent exactement, les deux systèmes de courbes de niveau présentent des écarts moyens inférieurs au mètre.

L'appareil permet d'utiliser un couple quelconque de clichés d'un même terrain, sans aucune condition relative d'orientation des chambres photographiques, de position des points de vue, avec une base quelconque.

Les résultats obtenus par M. Poivilliers sont donc absolument hors de pair, en raison de l'heureuse réalisation optique et mécanique du remarquable principe de son appareil. Celui-ci apporte une solution pratique tout à fait générale, rapide et automatique, au problème de l'application de la Photographie à la Topographie, Science d'origine française, créée par notre confrère le colonel Laussedat.

En conséquence, la Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Binoux à M. **Poivilliers** comme récompense de ses travaux antérieurs et encouragement pour ceux qu'il va poursuivre.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

NAVIGATION.

PRIX DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Mesnager, Laubeuf, Fichot, Perrier, Charcot, Drach, N... ; Ferrié, rapporteur.)

MM. **Robert Bureau** et **Philippe Wehrlé**, chefs de service à l'Office national météorologique, ont consacré tous leurs efforts depuis huit ans à améliorer la protection météorologique de la navigation aérienne transatlantique.

M. Robert Bureau, par des études systématiques sur la propagation des ondes courtes et l'influence de l'atmosphère sur cette propagation, a pu adapter étroitement aux propriétés de ces ondes les transmissions de renseignements météorologiques aux diverses distances et aux diverses heures. Il a ainsi permis à l'Office national météorologique d'établir, avec le concours

organisé du Weather Bureau et de nombreux navires naviguant dans l'Atlantique et transmettant tous les renseignements utiles (en particulier le *Jacques-Cartier*), des cartes météorologiques quotidiennes de l'Océan.

M. Philippe Wehrlé s'est consacré à l'étude de la météorologie océanique et à l'application à l'Atlantique Nord des méthodes françaises (variations de pression et systèmes nuageux) et norvégienne (fronts). Des prévisions tout à fait précises de vent et d'état du ciel sont maintenant établies pour les traversées aériennes de l'Atlantique, et le côté scientifique de la question est suffisamment au point pour permettre l'organisation technique des services réguliers d'avertissement par l'Office national météorologique.

Les travaux de MM. **Bureau** et **Wehrlé** ont une valeur scientifique et technique considérable et ils contribuent à maintenir à notre pays le rôle d'initiateur qu'il a toujours eu pour ce qui concerne la protection de la navigation aérienne.

La Commission propose de leur décerner le prix de navigation.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Laubeuf, Ferrié, Fichot, Perrier, Charcot, Drach; Mesnager, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 2000fr à M. **Paul Régnauld**, ingénieur en chef d'artillerie navale, qui a posé sa candidature au prix Plumey et envoyé à l'appui deux brochures intitulées :

1° *Méthodes et procédés métallurgiques* (342 pages);

2° *Déformations permanentes et ruptures des aciers. Les causes prévues, les accidents* (90 pages).

Ces deux brochures contiennent un bon exposé de l'état actuel de ces questions. Elles ont nécessité la lecture de nombreux travaux dont elles contiennent le résumé.

Dans la seconde, on trouve pages 9 à 13 l'énoncé d'une relation que l'auteur pense avoir établie expérimentalement entre la tension de rupture et la déformation de striction. Cette loi a été discutée dans la *Revue de Métallurgie*, numéro de novembre 1925.

Ces brochures ne sont que des précis, et le lecteur qui n'a pas eu le loisir

de lire les études de la *Revue de Métallurgie* peut rester inquiet sur la valeur des travaux de l'auteur. Les trois articles qui ont été publiés en 1925 par M. **Régnauld** dans ce recueil montrent l'étendue et la valeur de ses recherches personnelles sur les lois de la déformation permanente des métaux et les effets de l'écrouissage. Elles constituent une utile contribution à l'étude de ces questions encore mal connues qui sont d'un intérêt primordial pour la construction des chaudières et des bateaux à vapeur.

Elles justifient amplement l'attribution d'une partie du prix.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PHYSIQUE.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton, de Broglie, Fabry; Villard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Henri Abraham**, professeur à la Faculté des sciences, pour l'ensemble de son œuvre scientifique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Villard, Branly, Brillouin, Perrin, Cotton, de Broglie, Fabry; Paul Janet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Richard Langlois**, ingénieur aux Ateliers de constructions électriques de Jeumont, pour son ouvrage intitulé : *Les machines asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteur. Théorie générale et applications*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HUGHES

(Commissaires : MM. Émile Picard, Villard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton, Ch. Fabry ; de Broglie, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Alexandre Dauvillier** docteur ès sciences, pour l'ensemble de ses travaux sur les rayons X.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION CLÉMENT FÉLIX.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Villard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, de Broglie, Fabry ; Cotton, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à M. **Jean Lecomte**, docteur ès sciences physiques, travailleur libre au Laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne, pour ses travaux sur l'infra-rouge.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

CHIMIE.

PRIX MONTYON DES ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez, Matignon ; Delépine, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Roger Douris**, titulaire de la chaire de Toxicologie à la Faculté de pharmacie de Nancy. Les travaux de M. Douris avaient été déjà distingués par l'Académie qui lui avait attribué une mention honorable du prix Montyon en 1923.

Préparé aux recherches par les premiers travaux de sa thèse de doctorat qui avaient porté sur les dérivés de l'acroléine et de l'aldéhyde crotonique, il s'est tourné ensuite vers les travaux de chimie biologique ou sérologique,

ayant pour but le diagnostic des maladies, le diagnostic de l'espèce et l'identification de l'individu.

Mais à côté de ces travaux intéressants, il convient de faire ressortir son rôle dans les questions d'hygiène et d'arts insalubres dont il s'est toujours préoccupé par suite de ses différentes fonctions.

Pendant la guerre, comme pharmacien d'ambulance divisionnaire, il a contribué, après la bataille de la Marne, aux mesures d'assainissement nécessitées par les circonstances. C'est ainsi qu'il a imaginé, avec les moyens précaires dont on disposait, une filtration-stérilisation des eaux par le permanganate de potassium avec destruction de l'excès de ce sel par le marc de café, procédé qui a donné d'excellents résultats. Devenu ensuite chef de laboratoire de toxicologie de groupe de brancardiers, il a eu également à s'occuper, sur place, des produits agressifs et à étudier les moyens à mettre en œuvre pour protéger nos soldats contre les gaz nocifs.

Attaché ensuite au Matériel chimique de guerre, il collabora à l'étude des produits agressifs (prélèvement dans des vagues de gaz, recherche de l'oxyde de carbone dans des abris de mitrailleurs, etc.) et à diverses recherches du même ordre (destruction du phosgène par l'eau; dosage des échappées, analyse et contrôle des produits agressifs fournis par les industriels). Il n'a interrompu son service qu'à la suite d'une intoxication qui a nécessité une longue hospitalisation.

Enfin, dans son enseignement de la Toxicologie, à la Faculté de pharmacie de Nancy, M. Douris fait une large place à l'étude des substances susceptibles de déterminer des intoxications professionnelles.

Il répand ainsi dans un milieu de pharmaciens qui se disperse plus tard, les notions qui en feront à leur tour des conseillers éclairés susceptibles de s'intéresser à toutes les questions d'hygiène locales ou industrielles.

La Commission à l'unanimité a décidé d'attribuer le prix Montyon (Arts insalubres) à M. **Roger Douris**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez, Matignon; Delépine, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Joseph Bougault**, professeur à la Faculté de pharmacie de Paris, pour l'ensemble de ses travaux de Chimie organique.

Les premières publications de M. Bougault ont été déjà récompensées en 1910 par l'attribution de la moitié du prix Jecker. Depuis, ce savant n'a pas manqué de développer ses recherches.

Un certain nombre de celles-ci se groupe autour de l'action de l'iode sur les composés organiques ; de cette action, suivant les modalités qu'il a su lui imposer, M. Bougault a tiré une variété d'effets véritablement remarquable.

En tout premier lieu, l'étude de la réaction de Hübl, ou détermination de l'indice d'iode des composés non saturés, l'a conduit à un résultat inattendu : l'action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure sur les carbures benzéniques à chaîne propénylique engendre des aldéhydes, mais au prix d'une transformation moléculaire qui a retenu par la suite l'attention de nombreux savants, en même temps qu'elle conduisait à des aldéhydes encore peu accessibles jusque-là.

Les carbures allyliques se conduisent différemment, ce qui permet de les distinguer de leurs isomères propényliques.

Si l'on utilise l'iode en milieu bicarbonaté, vis-à-vis des acides éthyléniques $\beta\gamma$, $\gamma\delta$ et leurs autres isomères, les différenciations sont si caractérisées qu'on peut même arriver à des dosages. Signalons seulement que les acides $\beta\gamma$ donnent des lactones β-iodées, insolubles, susceptibles de régénérer l'acide initial par le zinc et l'acide acétique. Cette réaction s'applique encore si l'acide est de la forme $R.CH:CH.CH^2.CO^2H$ avec $R = C^6H^5$, substitué ou non, mais si l'on poursuit l'addition d'iode, on passe aux acides cétoniques non saturés $R.CO.CH:CH.CO^2H$ et, fait plus imprévu, si le deuxième temps est effectué en présence d'un excès de sel d'un acide, tel que l'acide benzoïque, l'acide cinnamique, etc., on obtient un anhydride mixte $R.CO.CH:CH.CO.O.CO.R'$ de l'acide cétonique et de l'acide du sel. Cette obtention d'anhydride en milieu aqueux et alcalin est tout à fait remarquable.

Avec M. Robin, M. Bougault a montré que l'iode en présence de carbonate de sodium transforme les oximes des acides α-cétoniques en peroxydes de l'oxime dérivée de l'aldéhyde inférieur ; la même action portant sur les semi-carbazones des mêmes acides donne des composés perdant également CO^2 et contenant, en outre, deux H en moins. Les hydramides conduisent aux cyanidines par action du même réactif. Les amidines donnent des iodamidines, iodées à l'azote, qui se conduisent comme des dérivés de l'acide hypoiodeux, c'est-à-dire dégagent 2 atomes d'iode en présence d'acide iodhydrique.

Il est à remarquer que l'iodantipyrine dont M. Bougault a développé notablement l'étude se comporte de même, ce qu'on n'avait pas vu avant lui.

L'action de l'iode en présence de carbonate de sodium a encore été examinée (avec Mlle Popovici) sur les acides semicarbazides dérivés par hydrogénation des semicarbazones des acides α-cétoniques. Il y a perte de CO^2 et formation de la semicarbazone de l'aldéhyde contenant un atome de carbone de moins que l'acide.

Enfin, l'action de l'iode sur les sels aldéhydiques en présence des alcalis, est venue compléter les recherches précédentes en apportant un procédé de dosage très précis de ces sucres, applicable en présence des sucres cétoniques.

L'iode a, sans conteste, joué entre les mains habiles de M. Bougault un rôle important. Les travaux précédents ont nécessité la préparation de nombreux composés organiques peu courants, en particulier des acides cétoniques qui ont été, à leur tour, le point de départ de nouvelles recherches.

Parmi celles-ci, nous nous bornerons à signaler les réactions dont l'amide phényl-α-hydroxy-crotonique a été l'objet.

Sous l'influence de la soude, cet amide engendre un amide-acide à fonctions éther-oxyde d'hydrate de cétone dont M. Bougault a poursuivi les nombreuses transformations. Entre autres, on peut arriver à des dérivés d'anhydrides dialcoylhydroxysucciniques à propriétés fort curieuses sur lesquelles nous ne pouvons nous étendre.

Les semicarbazones et thiosemicarbazones des acides α-cétoniques conduisent à des dioxytriazines et des sulfo-oxytriazines qui étaient peu connues jusqu'ici.

Comme on le voit, M. Bougault a apporté dans le domaine des acides non saturés et des acides cétoniques une contribution aussi étendue qu'originale.

Il nous reste à signaler, après omission de bien d'autres, une découverte fort intéressante faite par M. Bougault, avec la collaboration de M. Bourdier, dans le domaine des produits naturels. Il s'agit de cires extraites des conifères, auxquelles les auteurs ont donné le nom d'étholides, pour rappeler les fonctions éther-alcool-acide, dont jouissent ces combinaisons.

Elles résultent, en effet, d'une association par éthérification mutuelle, sauf aux extrémités, d'acides-alcools à longue chaîne et peuvent se représenter par des formules telles que

$$CH^2OH.(CH^2)^n CO.O.CH^2.(CH^2)^m.CO.O\,CH^2 \ldots\ldots CO^2H,$$

de la même façon que les peptides d'Em. Fischer à partir des amino-acides.

M. Bougault a démontré cette constitution de façon rigoureuse et a isolé des étholides deux acides alcools nouveaux, les acides sabinique $C^{12}H^{24}O^{3}$ et junipérique $C^{16}H^{32}O^{3}$, dont il a prouvé également les constitutions. Les nouveaux acides ont trouvé un regain d'intérêt lorsque Ruzicka et de Kerschbaum ont montré que les substances à odeur de musc leur étaient apparentées.

La Commission vous propose à l'unanimité de décerner le prix Jecker à M. **Bougault**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX L. LA CAZE.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Béhal, Urbain, Desgrez, Matignon, Delépine; G. Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Georges Denigès**, professeur de chimie biologique à la Faculté de médecine et de pharmacie de Bordeaux, pour l'ensemble de ses nombreux travaux de chimie analytique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION CAHOURS.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Béhal, Urbain, Desgrez, Matignon, Delépine; G. Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la Fondation à M. **Lucien Andrieux**, maître de conférences à la Faculté des sciences de Grenoble, pour ses recherches sur l'électrolyse des oxydes métalliques en solution dans l'anhydride borique, les borates ou les fluorures fondus.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HOUZEAU.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Béhal, Urbain, G. Bertrand, Desgrez, Matignon, Delépine; Le Chatelier, rapporteur.)

M. **Paul Mondain-Monval**, professeur de chimie physique à l'École supérieure de chimie de Mulhouse, a abordé très jeune la recherche scientifique.

Son premier travail, portant sur les équilibres entre les quatre sels chlorures et carbonates d'ammonium et de sodium, a été commencé pendant qu'il était encore élève à l'Institut de Chimie. Indépendamment de la valeur de ses mesures, il a donné là une application intéressante du diagramme carré à la représentation des équilibres dans les systèmes quaternaires.

Sa thèse de doctorat a eu pour objet la vérification expérimentale des formules théoriques de solubilité des sels. Van't Hoff avait donné des vérifications semblables dans le cas des sels très peu solubles pour lesquels les formules se simplifient beaucoup. Le cas des sels très solubles n'avait pas encore été abordé. A cette occasion, M. Mondain-Monval a montré par des expériences très précises l'influence des changements d'état allotropique sur l'allure des courbes de solubilité. A ce point de vue, ses études sur le nitrate d'ammonium sont particulièrement probantes.

Depuis son installation à Mulhouse, il a poursuivi des mesures très précises sur l'allotropie du soufre liquide et des recherches, très importantes par leurs conséquences, sur la combustion lente des vapeurs. Il a obtenu des peroxydes de composés organiques, dont la formation, soupçonnée depuis longtemps, n'avait pas encore pu être démontrée.

Pour reconnaître cette activité et ses heureux résultats, votre Commission vous propose d'attribuer à M. **Mondain-Monval** le prix Houzeau.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Wallerant, Termier, Mangin, L. de Launay, Sabatier, Cayeux; Douvillé, rapporteur.)

M. **Maurice Gignoux**, professeur à la Faculté des sciences de Grenoble, s'est fait connaître dès sa sortie de l'École Normale par des travaux d'un haut intérêt.

Sur les conseils de Depéret, il étudie d'abord en Calabre et en Sicile les couches de passage du Pliocène au Quaternaire; il distingue au-dessus du Plaisancien et de l'Astien, et en concordance avec eux, un étage nouveau, encore pliocène, le Calabrien, où, à côté de formes méditerranéennes, apparaissent des émigrants du Nord. De grands mouvements tectoniques marquent ensuite le début du Quaternaire : le Pliocène énergiquement plissé ou découpé par des failles est porté jusqu'à l'altitude de 1000^m.

Le Quaternaire débute ainsi en discordance complète avec le Pliocène, par des couches horizontales à *El. antiquus*, aujourd'hui à l'altitude de 80 à 100^m; elles correspondent au maximum de fréquence des émigrés du Nord. Les lignes de rivage s'abaissent à 30^m avec le Tyrrhénien à Strombes, où apparaissent des formes venant du Sud. Gignoux poursuit ensuite l'étude de ces couches sur le pourtour de la Méditerranée en Italie, en Corse et en Espagne. En 1915 la Société géologique lui décerne le prix Fontannes.

Après la guerre, il va professer la Géologie à Strasbourg; son attention est appelée sur le bassin pétrolifère de Pechelbronn, et sur les dômes de sel de l'Alsace. Il ira les comparer avec les gisements analogues de l'Allemagne, de la Roumanie et de l'Algérie, et il nous donnera plus tard un brillant exposé de la question sous le titre de « Tectonique des terrains salifères ». Il nous les montre formant dans les régions non plissées de véritables hernies qui remontent vers la surface au milieu des terrains plus récents redressés à leur contact. C'est ce qu'on a appelé autrefois les aires typhoniques, et ce qu'on attribue aujourd'hui au diapirisme. Faut-il y voir l'exagération d'un simple anticlinal, due aux forces orogéniques habituelles ou faut-il faire intervenir l'Isostasie, provoquée par la légèreté relative du sel. Dans les régions plissées la plasticité des formations gypso-salifères joue certainement un rôle important, et elles peuvent entraîner avec elles des klippes arrachées aux terrains traversés.

En 1926, Gignoux publie un traité de « Géologie stratigraphique », clair et précis, excellent pour diriger ceux qui s'intéressent à ces études.

On voit avec quel succès **M. Gignoux** a poursuivi ses recherches dans ces différentes directions; il leur a consacré toute son activité. La Commission propose à l'unanimité de lui attribuer le prix Cuvier pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JOSEPH LABBÉ.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Douvillé, Wallerant, Mangin, Termier, de Launay, Sabatier, Cayeux; Barrois, rapporteur.)

Les services rendus dans ces derniers temps aux houillères françaises par l'application des méthodes géologiques et paléontologiques ont permis de fonder quelques espérances sur les résultats de leur application à la recherche des gisements de pétrole. Il a paru à la Commission que M. **Jean Jung**, professeur à l'École supérieure du pétrole de Strasbourg, s'était distingué dans cette voie.

Bien préparé par des études géologiques antérieures sur la tectonique hercynienne des Vosges, sur les relations tectoniques des gneiss et des terrains primaires des Vosges, il s'est appliqué à relier les gisements des lambeaux houillers des Vosges moyennes, à élucider le gisement des sels de potasse en Alsace et en Catalogne, et à chercher le prolongement du bassin pétrolifère de Pechelbronn.

Au cours de ces projections, l'emploi du microscope l'a aidé au diagnostic des horizons marins des séries pétrolifères; celui des nouvelles méthodes magnétiques, à la recherche des failles dans l'oligocène d'Alsace. Il a contribué par son étude du pétrole de Sundgau (Alsace), par celle des tunnels de la percée des Vosges (Sainte-Marie-aux-Mines, Lubine), à des résultats généraux importants pour la région; elle lui a permis de préciser l'état actuel des recherches de pétrole en Alsace.

L'étendue de ces connaissances spéciales sur la géologie du pétrole, connaissances acquises sur le terrain, dans les bassins en exploitation (Bakou, Roumanie), lui a permis de rendre des services appréciés dans les recherches en cours, en France et dans les colonies (Pyrénées, Landes, Maroc), ainsi que dans les provinces encore mal connues du nord de la Perse.

La Commission propose de décerner le prix J. Labbé à M. **J. Jung** pour l'ensemble de ses travaux de géologie appliquée à la prospection des gisements de pétrole.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PHYSIQUE DU GLOBE.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Bigourdan, Hamy, Lallemand, Bourgeois, Janet ; Deslandres, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Victor Raulin à M. **Albert Baldit**, inspecteur régional de l'Office national météorologique.

M. Baldit a publié cette année un ouvrage fort intéressant, intitulé : *Météorologie du relief terrestre ; vents et nuages*, qui expose l'influence exercée par le relief et la nature du sol sur les éléments météorologiques, et, en particulier, sur les vents et les nuages.

Sur une grande étendue de terrain, le temps, dans son ensemble, est régi par la distribution des pressions barométriques ; mais les particularités du sol sous-jacent ont une influence notable et apportent des modifications, étudiées d'une manière systématique seulement dans ces dernières années lorsque les exigences de l'aviation ont conduit à augmenter beaucoup les stations météorologiques.

C'est une branche nouvelle de la météorologie qui prend ainsi naissance, et qui, par les renseignements nouveaux qu'elle fournit, est précieuse pour les aviateurs. Les actions spéciales dues aux divers accidents du sol, reconnues pour une bonne part par M. **Baldit** lui-même, sont présentées clairement dans son livre, qui est le premier ou l'un des premiers sur la matière.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Bouvier, A. Lacroix, Mangin, Costantin, Lecomte, Gabriel Bertrand, Molliard, Blaringhem; Dangeard, rapporteur.)

M. **Frédéric Bataille**, professeur honoraire au Lycée Michelet, est un fervent adepte de la Mycologie, science à laquelle il a consacré tous ses loisirs avec une persévérance et un succès dont il n'est que juste de le féliciter.

Lié d'amitié avec le célèbre mycologue Quélet, il a pu recueillir et étudier en sa compagnie, pendant 25 ans, près de 2000 espèces de champignons : en relations suivies avec notre regretté confrère Emile Boudier et d'autres savants tels que Patouillard, Bresadola, René Maire, il a réussi à devenir l'un des spécialistes qui connaissent le mieux les espèces de champignons poussant dans l'est de la France : c'est ce qui lui a permis d'en vulgariser l'étude autour de lui.

M. Frédéric Bataille est surtout un systématicien, préoccupé avant tout d'apporter par ses observations personnelles un peu plus de clarté et de précision dans la détermination des espèces litigieuses, plus nombreuses ici que partout ailleurs.

Cet infatigable chercheur ne recule devant aucune difficulté : c'est ainsi qu'on le voit s'attaquer au groupe des Bolets, à celui des Lactaires et des Russules, aux Cortinaires, aux Marasmes, aux Inocybes, aux Hygrophores, genres qui renferment un grand nombre d'espèces si voisines les unes des autres qu'on éprouve les plus grandes difficultés à les distinguer entre elles.

Ces recherches se présentent sous la forme de petites flores très bien comprises, précédées de clefs analytiques établies avec un soin particulier : les descriptions sont d'ordinaire courtes, mais substantielles : les caractères distinctifs de chaque espèce se détachent nettement par le moyen d'italiques. Ces sortes de monographies qui, pour la plupart, comprennent les espèces d'Europe, sont destinées à rendre de très grands services aux mycologues.

Il est naturel que, dans ces conditions, la Commission se soit trouvée

unanime pour proposer à l'Académie l'attribution du prix Desmazières à M. **Frédéric Bataille.**

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Bouvier, A. Lacroix, Costantin, Lecomte, Dangeard, Gabriel Bertrand, Molliard, Blaringhem ; Mangin, rapporteur.)

La Commission a considéré avec un grand intérêt l'ensemble des travaux de Cryptogamie présentés par M. **Pierre Allorge**, sous-directeur du Laboratoire de botanique au Muséum d'histoire naturelle. Ces travaux, orientés surtout vers l'écologie et la distribution géographique des Muscinées et des Algues d'eau douce ont fait connaître de nombreux faits nouveaux. En appliquant à ces végétaux les méthodes qu'il avait déjà utilisées pour ses recherches sur les associations de plantes supérieures. M. Pierre Allorge a pu faire, de façon originale, l'analyse détaillée d'un grand nombre d'associations végétales de l'Europe occidentale et montrer ainsi l'importance souvent méconnue des cryptogames dans les études de sociologie végétale. Il faut retenir également les nombreuses notes publiées par ce botaniste sur les Muscinées et les Algues d'eau douce de la Péninsule ibérique ; cette région, qu'il a parcourue à plusieurs reprises déjà, était restée une des moins connues de l'Europe à ce point de vue.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Bouvier, A. Lacroix, Mangin, Costantin, Dangeard, Gabriel Bertrand, Molliard, Blaringhem ; Lecomte, rapporteur.)

Mlle **Aimée Camus** a été associée comme collaboratrice aux principaux travaux de son père, le regretté G. Camus, lui-même botaniste réputé et lauréat de l'Académie des sciences.

Mlle A. Camus a fourni sa collaboration : 1° pour la Monographie des Saules d'Europe et de France ; 2° pour les Graminées d'Indochine (pour la *Flore générale d'Indochine*, t. VII) ; 3° pour la Monographie des Bambusées ;

et 4° pour l'Iconographie des Orchidées de l'Europe et de l'Afrique du Nord. Mlle A. Camus a elle-même assuré la publication définitive de cet Ouvrage pour lequel elle a fourni la partie relative à l'anatomie des organes.

En dehors de cette collaboration que nous rappelons ci-dessus brièvement, Mlle A. Camus a elle-même publié des Ouvrages de botanique spéciale; en particulier : 1° la *Monographie des Cyprès;* 2° la *Monographie des « Châtaigniers »* au moment où la question des Châtaigniers préoccupe vivement les Botanistes et les Forestiers; 3° Mlle A. Camus publie avec M. Hickel, dans la *Flore générale de l'Indochine*, la *Monographie des Fogacées en Extrême-Orient* (vol. V, fasc. 8) : Mlle A. Camus a d'ailleurs publié des Notes et Mémoires sur les *Quercus*, les *Pisanea*, les *Castanea* et les *Castaneopsis*. Dans le même ordre d'idées, Mlle A. Camus a publié à l'usage du public, un petit Ouvrage sur *Les Arbres et les Arbrisseaux d'ornement* qu'on trouve dans les avenues et dans les parcs.

On ne compte plus les Notes et Mémoires que Mlle A. Camus a publiés dans des recueils divers sur divers points de Botanique : Orchidées, Graminées de France et des Colonies, Cupressus, Bumbusa, etc. A Mlle A. Camus on doit aussi des travaux sur les Gamicées fourragères, sur le Riz et les plantes à parfum, etc.

Aussi la Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix de Coincy de 1930 à Mlle **Aimée Camus** pour l'ensemble de ses travaux de Botanique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier; M. Caullery, rapporteur.)

Les recherches que présente M. **Marcel Avel**, chef de travaux à la Sorbonne, pour l'obtention de ce prix comportent notamment un important

Mémoire : *Recherches expérimentales sur les caractères sexuels somatiques des Lombriciens*. M. Avel s'est proposé de déterminer expérimentalement les rapports entre le développement et la différenciation de ces caractères, dont certains sont bien connus, — tel le clitellum, — dont d'autres ont été précisés par lui, et l'activité des glandes sexuelles, ovaires et testicules (les Lombrics étant des animaux hermaphrodites). Il y a, dans les conditions naturelles, un développement périodique des caractères sexuels somatiques, et cette périodicité est parallèle à celle du développement des glandes sexuelles elles-mêmes. On pouvait donc s'attendre à ce que le cycle de ces glandes influât directement et nécessairement sur eux. M. Avel a déployé une très grande habileté expérimentale, en réussissant les opérations multiples et délicates, consistant à castrer partiellement ou complètement les lombrics, afin de voir quelles conséquences entraînait, pour les caractères sexuels somatiques, la suppression de tout ou partie des glandes sexuelles. Ses expériences ont été faites sur des séries d'animaux nombreuses. Elles apportent à la question posée une réponse nette et que l'on peut considérer comme définitive. Contrairement à ce qu'on aurait pu attendre, les caractères sexuels somatiques et l'ardeur génitale persistent à se manifester après la castration comme avant et paraissent être sous la dépendance de la nutrition. Cette démonstration est complétée par d'élégantes expériences de transplantation. Le Mémoire de M. Avel témoigne d'un esprit solide, maniant avec sûreté et ingéniosité la méthode expérimentale dans les questions biologiques, en même temps que d'une habileté opératoire remarquable. La Commission a été unanime à considérer qu'il méritait d'une façon indiscutable le prix Da Gama Machado.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION SAVIGNY.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Marchal, Joubin, Gravier, Caullery; F. Mesnil, rapporteur.)

Par une série de travaux, poursuivis depuis 1914, M. **Louis Parrot** a contribué à la connaissance des Arthropodes piqueurs de l'Ancien monde et en particulier de l'Afrique du Nord (Algérie, Tunisie, Maroc), qui jouent un rôle certain ou probable dans la pathologie humaine et animale : Anophélinés, Phlébotomes, Ixodes. Il a surtout approfondi l'étude systé-

matique et biologique des Phlébotomes, précisé, avec C. França, les bases de la classification de ce groupe de Diptères, décrit plusieurs espèces nouvelles de l'Afrique du Nord, du Congo belge et du Turkestan russe, démontré, en collaboration avec MM. Edm. Sergent, A. Donatien et M. Béguet, l'existence du virus du bouton d'Orient chez un *Phlebotomus* et, par là, ouvert la voie à de fructueuses recherches sur les Leishmanioses en général.

La Commission propose d'attribuer à M. **Louis Parrot** le prix Savigny.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JEAN THORE.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Joubin, Mesnil, Gravier, Caullery; Marchal, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Henri Bertrand**, pour son ouvrage intitulé : *Les larves et nymphes des Dytiscides, Hygrobiides, Haliplides*.

M. **Henri Bertrand** poursuit depuis plusieurs années, au Laboratoire de zoologie de la Sorbonne et au Muséum, des recherches sur l'évolution larvaire et les métamorphoses des Coléoptères aquatiques. Les résultats de ce long et patient travail ont été réunis dans un livre récemment paru dans l'*Encyclopédie entomologique*. Il se fait remarquer par l'abondance et l'originalité de sa documentation portant sur un très grand nombre d'espèces, par le soin avec lequel les stades évolutifs de chacune d'elles ont été décrits, par l'exécution remarquable des 750 dessins qui facilitent la détermination des larves et précisent les détails de leur organisation. L'étude des formes larvaires des Hydrocanthares faite par M. H. Bertrand intéresse au plus haut point le systématicien par les nouveaux éléments qu'elle apporte, en vue de préciser, par la comparaison des différents types larvaires, les affinités des genres et des espèces. Grâce aux tableaux synoptiques qui accompagnent les chapitres concernant la morphologie, le naturaliste qui s'intéresse surtout à la systématique pourra se rendre compte des rapports mutuels des types et déterminer la plupart des larves des espèces paléarctiques. Dans un chapitre spécial consacré à l'étude de la vie et des métamorphoses, l'auteur donne, d'autre part, en l'enrichissant de nombreuses observations originales, une remarquable mise au point de nos

connaissances sur l'une des plus intéressantes séries d'adaptations à la vie aquatique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Roux, Branly, Richet, Quénu, Mesnil, Vincent; A. d'Arsonval, Quénu, Leclainche, Bazy, Calmette, Achard, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 2500fr à M. **Marcel Aynaud**, directeur du laboratoire départemental de bactériologie d'Eure-et-Loir, pour ses travaux sur la stomatite pustuleuse contagieuse des Ovins et sur la suppuration caséeuse du Mouton;

Un prix de 2500fr à M. **Henri Lagrange**, ophtalmologiste des hôpitaux de Paris, pour son ouvrage intitulé : *L'amblyopie crépusculaire;*

Un prix de 2500fr à M. **Lucien Viborel**, secrétaire général de la Commission générale de propagande à l'Office national d'hygiène sociale, pour son ouvrage intitulé : *La technique moderne de la propagande d'hygiène sociale;*

Une mention honorable de 1500fr à MM. **Paul Blum**, directeur de l'Institut d'hydrologie thérapeutique et climatologique de Strasbourg, et **Ernest Schaaf**, médecin oculiste du réseau d'Alsace et Lorraine, pour leur ouvrage intitulé : *Le Daltonisme;*

Une mention honorable de 1500fr à MM. **Noël Fiessinger**, professeur agrégé à la Faculté de médecine, **Henri-René Olivier**, ex-interne des hôpitaux de Paris, et **Maurice Herbain**, pharmacien interne, pour leur ouvrage intitulé : *Diagnostics biologiques;*

Une mention honorable de 1500fr à M. **Henri Fischer**, assistant à la Faculté de médecine de Bordeaux, pour son ouvrage intitulé : *De l'Hypophalangie dans ses rapports avec l'hyperdactylie*;

Une citation est accordée à M. **Charles Mayer**, assistant à l'hôpital Laënnec, pour son invention et mise au point d'un appareil de thoracentèse;

Une citation est accordée à M. **Gustave Rappin**, directeur de l'Institut Pasteur de la Loire-Inférieure, pour ses travaux sur la tuberculose.

Rapport de M. E. Leclainche *sur les travaux de M.* **Aynaud**.

M. le Dr **Aynaud**, directeur du laboratoire de bactériologie de Chartres, poursuit, depuis plus de dix années, des études sur l'étiologie et la prophylaxie des maladies du Mouton.

Ses patientes recherches sur la stomatite pustuleuse, due à un virus filtrable dermotrope, ont abouti à l'obtention d'un procédé très simple de vaccination. Il a montré qu'une autre maladie très répandue en Beauce, la suppuration caséeuse, n'est pas provoquée en cette région par le microbe habituellement rencontré, mais par un agent tout différent dont l'invasion semble pouvoir être évitée par la vaccination ou la vaccinothérapie.

Votre Commission a pensé que les longs et consciencieux travaux de M. le Dr **Aynaud** méritaient d'être récompensés par l'attribution d'un prix Montyon de médecine et de chirurgie.

Rapport de M. A. d'Arsonval *sur l'ouvrage de M.* **Henri Lagrange**.

Le livre présenté par M. **Henri Lagrange** contient :

1° Une étude physiologique sur l'adaptation rétinienne, problème de physiologie sur lequel il n'existait pas de travail complet. Les études éparses récentes, sous l'influence de travaux étrangers, négligent l'œuvre de Parniaud et de Charpentier dont M. Henri Lagrange montre le caractère fondamental. Sa documentation, établie sans parti pris, décèle les emprunts faits à ces auteurs et réfute la conception de Tscherning qui nie tout pouvoir sensoriel aux cellules rétiniennes à bâtonnets.

2° Une étude sémiologique du Syndrome d'Amblyopie crépusculaire qui apporte une méthode originale d'examen et permet au médecin d'affirmer l'existence de ce trouble visuel en se reportant à des règles. Ces règles étaient jusqu'ici imprécises. M. Henri Lagrange apporte le critère de l'état d'Amblyopie crépusculaire.

3° Une étude clinique où, tout d'abord, un historique minutieux montre la diversité des états confondus sous le mauvais vocable d'« Hémélaropie ». S'opposant à un tel désordre, M. Henri Lagrange apporte la première classification clinique des maladies qui s'expriment par un trouble de l'adaptation rétinienne.

Séparant de la grande amblyopie crépusculaire une petite amblyopie crépusculaire, il fixe les caractères étiologiques et cliniques de l'une et de l'autre. Pour chacune d'elles se posent des problèmes pathogéniques très différents, dont l'exposition critique fixe une étape dans l'évolution de nos connaissances.

Il aborde ainsi le problème de la transmission héréditaire des maladies familiales et celui de la transmission des caractères acquis, définit le rôle de la fonction hépatique dans le métabolisme du pourpre rétinien et sépare des états où se posent pareils problèmes, ceux qui résultent de troubles de la réfraction ou des altérations du coefficient neuro-psychique nécessaire à la perception et à l'interprétation d'une sensation.

La variété des questions de physiologie, de pathologie générale, de biologie, d'optique physiologique, de clinique médicale, de pathologie expérimentale, traitées sous la garantie d'une bibliographie précise et aussi étendue que possible, n'est pas la moindre originalité de ce travail qui ne pouvait cependant être abordé que par un médecin spécialisé dans l'étude de la Vision.

Rapport de M. Calmette *sur l'ouvrage de M.* **Lucien Viborel.**

L'ouvrage présenté par M. **Lucien Viborel**, secrétaire général à la Commission générale de propagande à l'Office national d'hygiène sociale, pour le prix Montyon, est en quelque sorte la synthèse de l'œuvre de propagande accomplie par le Comité national de défense contre la tuberculose depuis la grande guerre pour la lutte contre les fléaux sociaux. Il est appelé à devenir et il est déjà le guide le plus sûr, le mieux documenté auquel puissent recourir tous ceux qui ont mission d'enseigner les moyens pratiques de combattre la tuberculose, la mortalité infantile, la syphilis et le cancer.

Inspiré par de nobles sentiments d'altruisme, en même temps que par sa grande expérience personnelle du sujet, l'auteur s'est attaché à montrer que si, grâce à nos œuvres nationales de protection de la vie et de la santé, qui sont nombreuses et prospères, il a déjà beaucoup été fait, il reste encore

bien davantage à accomplir. Il indique avec clarté les voies dans lesquelles il convient de s'engager dans l'avenir.

Cet ouvrage mérite d'être récompensé et je propose qu'un prix Montyon lui soit attribué.

Rapport de M. d'Arsonval *sur l'ouvrage de MM.* **Blum** et **Schaaf.**

Le livre et les nouveaux Tests pour reconnaître le Daltonisme, présentés par MM. **Paul Blum** et **Ernest Schaaf**, constituent la monographie la plus récente et la plus complète pour l'examen du sens chromatique.

Ils ont fait l'application pratique de leur technique sur le réseau d'Alsace et de Lorraine avec la collaboration des ingénieurs de ce réseau.

Il est indispensable, en effet, de dépister les anomalies du sens chromatique chez les candidats destinés aux services de sécurité et appelés à reconnaître les couleurs.

L'expérience sur le terrain a montré que leurs méthodes donnent un moyen sûr, simple et pratique de faire le diagnostic précis de cette affection.

Rapport de M. Achard *sur l'ouvrage de MM.* **Noël Fiessinger, Henri-René Olivier** *et* **Maurice Herbain.**

Le livre de MM. **Noël Fiessinger, Olivier** et **Herbain** expose avec beaucoup de détails et de précision les techniques de laboratoire applicables à la clinique. On y trouve l'indication de nombreuses recherches personnelles, mais il s'agit d'une mise au point, d'ailleurs fort utile, plutôt que d'un travail original.

Rapport de M. Quénu *sur l'ouvrage de M.* **Henri Fischer.**

M. **Henri Fischer**, assistant à la Faculté de médecine de Bordeaux, présente pour le prix Bellion un travail intitulé : *Les dysmorphies congénitales cranio-faciales et leurs syndromes cliniques*, et pour le prix Barbier un travail intitulé : *Dysmorphies congénitales du rachis et leurs syndromes cliniques*. Je crois même qu'un troisième Mémoire, toujours sur les dysmorphies congénitales, mais d'une autre région, a été présenté pour un autre prix. En réalité, ces études fragmentaires font partie d'un plan général et auraient pu ou dû viser une seule récompense; elles le méritent, du reste, par leur documentation, leur richesse en figures et radiographies et leurs parties originales.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette; Achard, rapporteur.)

Spécialisé depuis plus de 25 ans dans l'étude des glandes endocrines et dans l'emploi de leurs produits en thérapeutique, le Dr **Léopold-Lévi**, ancien interne des hôpitaux de Paris, a consacré 3 volumes à cette importante partie de la pathologie.

Dans l'un de ces volumes, intitulé : *Vue générale de l'endocrinologie*, est exposée la pathologie générale des glandes endocrines, dont la participation à tout le développement de l'être et au fonctionnement de tous les tissus, aussi bien à l'état normal qu'à l'état morbide, est mise en lumière. Puis est abordé le diagnostic des petits syndromes endocriniens, des petits signes d'insuffisance de ces glandes, si importants à connaître pour empêcher des conséquences souvent irrémédiables, en combattant dès le début, par l'opothérapie appropriée, les troubles relevant de ces états pathologiques.

Un second volume, dont deux éditions ont déjà paru, traite de l'*Opothérapie endocrinienne* et de ses applications journalières. C'est un résumé de toutes les recherches faites en très grand nombre sur chaque glande endocrine et des résultats thérapeutiques obtenus de l'emploi de leurs produits. Sous une forme condensée, l'auteur a su grouper toutes les notions qui peuvent intéresser le médecin, tant pour la connaissance des troubles endocriniens que pour leur traitement. Il termine par des vues très judicieuses sur l'association des produits endocriniens en thérapeutique et les inconvénients des mélanges tout faits, trop répandus aujourd'hui, qui ne laissent pas au praticien le choix des doses ni leur adaptation à l'état de chaque malade.

Le troisième volume, sous le titre de : *Le tempérament et ses troubles*, est une œuvre particulièrement originale. L'auteur y présente, comme en une galerie de musée, les portraits des divers tempéraments. Il y fait, dans un style imagé et sous une forme très personnelle, le tableau des différents types de sujets chez lesquels un trouble endocrinien, léger ou grave, imprime à l'individu quelque particularité dans l'ordre physique, intellectuel ou moral. Il y a là une analyse très fine, reposant sur quantité d'observations personnelles, où abondent les remarques intéressantes pour le physiologiste, le médecin et le psychologue.

Ces ouvrages, qui sont le fruit d'études laborieuses, poursuivies pendant un quart de siècle, paraissent mériter l'attribution d'un prix.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard; Roux, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 2500fr à M. **Julien Dumas**, de l'Institut Pasteur, pour son Mémoire relatif à la dysenterie bacillaire et les bacilles dysentériques.

Un prix de 2500fr à MM. **Stefan Nicolau**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Paris, **Ian Alfred Galloway**, chef de laboratoire au National Institute for Medical Research, et Mme **Octavie Dimancesco-Nicolau**, assistant à l'Institut Pasteur, pour leur étude sur les septinévrites à ultravirus neurotropes.

Rapport de M. Roux *sur les travaux de M.* **Julien Dumas**.

M. le Dr **Julien Dumas** a présenté au concours du prix Bréant un Mémoire dactylographié sur la dysenterie bacillaire et les bacilles dysentériques. Cet important travail est non seulement un exposé critique sur les dysenteries bacillaires et les microbes qui les causent, il contient les travaux originaux de l'auteur qui a pu observer des épidémies de dysenteries sur les soldats et dans les camps de prisonniers pendant la guerre et depuis dans des asiles d'aliénés et dans diverses localités.

Pour l'auteur la vraie dysenterie bacillaire, celle des épidémies graves, a pour cause le bacille de Shiga qui se distingue des nombreux bacilles dysentériques et paradysentériques par la propriété de produire une toxine meurtrière. M. Dumas nous indique le meilleur procédé pour obtenir une toxine active (tuant le lapin au $\frac{1}{150}$ de centi-cube) et permettant d'obtenir une antitoxine spécifique qui est, jusqu'à présent, le seul remède efficace contre la maladie. M. Dumas est un des bactériologistes chargé par le Comité d'hygiène de la Société des nations d'étudier la meilleure méthode de titrage de l'antitoxine dysentérique et il expose dans ce travail les résultats auxquels il est arrivé en prenant la souris blanche comme animal de contrôle. Dans un chapitre, l'auteur signale les tentatives faites pour immuniser contre la dysenterie et relate la façon de préparer un vaccin

qu'il a fait essayer sur les chantiers du chemin de fer en construction au Congo.

M. Dumas fait aussi l'étude des bacilles de Flexner et de Hiss et celle du bacille de Strong qui ont une individualité particulière et diffèrent du bacille de Shiga par leur inaptitude à produire une toxine.

Quant aux nombreux bacilles décrits par les différents auteurs et qui compliquent parfois la dysenterie vraie ou qui ont été isolés de selles diarrhéiques, M. Dumas en traite dans le chapitre des bacilles paradysentériques.

Étant donné que le travail de M. Dumas est original dans plusieurs de ses parties, la Commission propose à l'Académie d'attribuer la moitié des arrérages du prix Bréant à M. le Dr **Dumas** avec le titre de lauréat.

Rapport de M. Roux *sur les travaux de M. et Mme* **Nicolau** *et M.* **I. A. Galloway.**

Une très intéressante étude sur les septinévrites à ultravirus neurotropes a été présentée au concours des prix Montyon par M. **S. Nicolau**, Mme **O. Nicolau** et M. **I. A. Galloway**. Cette étude, qui a nécessité un très grand nombre d'expériences sur des animaux et l'examen de beaucoup de coupes histologiques, a été faite en partie à l'Institut Pasteur de Paris et en partie à « National Institute for Medical Research » de Londres. Elle a porté sur des espèces animales variées, depuis les chevaux, les bœufs, les moutons, jusqu'aux singes, aux lapins et aux cobayes.

Les virus neurotropes qui font le sujet de ce travail sont : le virus de l'encéphalomyélite enzootique (Maladie de Borna), le virus herpétique, le virus vaccinal, le virus poliomyélitique et le virus rabique.

On savait que ces virus inoculés sous la peau ou dans un tronc nerveux périphérique gagnent les centres nerveux par voie centripète et s'y développent. Les auteurs montrent que ces virus inoculés dans le cerveau se répandent dans les nerfs par voie centrifuge et déterminent ainsi une septinévrite qui pour le système nerveux est l'équivalent d'une septicémie pour le système vasculaire. Le virus suivant la voie nerveuse atteint les ganglions nerveux dans les divers organes; on le retrouve partout où existe une cellule nerveuse.

Cette diffusion explique les phénomènes morbides que l'on observe au cours de ces maladies. En dehors de ce résultat général, des particularités observées pour chaque virus sont mises en relief par les auteurs; telles sont

la formation et la signification des corpuscules de Joest-Degen dans la maladie de Borna et celle des corps de Negri dans la rage.

Il peut arriver, comme cela a déjà été signalé par Levaditi et Nicolau, que les virus soient détruits dans l'organisme et que les animaux guérissent, mais on observe aussi que des animaux qui se sont débarassés du virus succombent à cause des lésions produites dans le système nerveux. Les lésions des nerfs et des cellules nerveuses sont minutieusement décrites dans chacune de ces septinévrites et l'important travail des auteurs est illustré de belles microphotographies et de planches en couleur.

La Commission propose à l'Académie d'attribuer la moitié des arrérages du prix Bréant à M. **Nicolau**, Mme **Nicolau** et M. **Galloway** avec le titre de lauréat.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Quénu, Leclainche, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard; Richet, Bazy, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner.

Un prix de 500^fr^ à M. **Jules Janet**, ancien interne des hôpitaux, pour son livre intitulé : *Diagnostic et traitement de la blennorragie chez l'homme et chez la femme.*

Ouvrage considérable qui est à son deuxième tirage et qui est le résultat de l'expérience de beaucoup d'énoncés de pratique, travail par conséquent personnel où il y a beaucoup d'idées neuves notamment sur le traitement, méritant amplement le prix Godard.

Un prix de 500^fr^ à M. **Pierre Gley**, préparateur à l'École des hautes études, pour ses travaux relatifs au corps jaune et à l'ovulation.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard; Bazy, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Henri Vignes**, accoucheur des hôpitaux de Paris, pour son ouvrage intitulé: *Physiologie gynécologique et médecine des femmes.*

Livre qui dénote un travail considérable, très documenté, une mise au point poussée très loin, très instructif.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard; Richet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Henry de Varigny**, docteur ès sciences, pour son ouvrage intitulé : *Essais sur la mort. Mort véritable et fausse mort.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Achard; Calmette, rapporteur.)

Le travail présenté par M. **Jean Bordas** pour le prix Bellion est original et plein d'intérêt pour les hygiénistes. Il expose d'abord les différents procédés employés en divers pays pour la destruction des ordures ménagères et montre que sont seuls rationnels et économiques ceux qui permettent au maximum l'utilisation agricole des principes fertilisants contenus dans ces ordures.

Après avoir étudié le procédé italien Boccari, basé sur la fermentation spontanée en silos des ordures, M. Jean Bordas indique une méthode qui semble présenter de réels avantages et qui, pour rendre cette fermentation plus complète et plus rapide, fait intervenir des ferments de l'urée. Le dispositif conçu et réalisé par l'auteur est simple, peu coûteux et offre cette particularité, précieuse au point de vue économique, de récupérer la chaleur produite par la fermentation sans refroidissement de la masse des gadoues. Il permet d'obtenir un fumier riche en éléments fertilisants, sans odeur et privé de germes microbiens pathogènes, en particulier de germes de maladies cryptogamiques.

La Commission propose que le prix Bellion soit attribué à M. **Jean Bordas**.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX LARREY.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Calmette, Achard; Vincent, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à MM. **Joseph Maisonnet**, colonel médecin, professeur à l'École d'Application du Val-de-Grâce, **Daniel Petit-Dutaillis**, chirurgien des hôpitaux, et **Théophile Alajouanine**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, qui ont adressé un important travail sur les *Suites éloignées de la trépanation du crâne*.

Ils ont exposé d'après des statistiques détaillées fondées en grande partie sur la chirurgie de la guerre de 1914, et en se fondant sur de nombreuses observations suivies à longue échéance, l'avenir des trépanés du crâne, le rôle des infections, celui des lésions scléreuses cicatricielles, etc. Ils en ont déduit, dans une magistrale étude, les règles relatives au traitement initial, destinées à prévenir l'infection de l'encéphale et des méninges, les mesures thérapeutiques applicables à chacune des variétés de blessures du crâne, enfin les lois qui commandent le pronostic immédiat ou éloigné, de ces traumatismes.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX ALFRED DUTENS.

(Commissaires : MM. Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard; d'Arsonval, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 5000fr à M. **Henri Bordier**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, pour son ouvrage intitulé : *Diathermie et diathermothérapie*.

Un prix de 5000fr à M. **Georges Bourguignon**, docteur es-sciences, électroradiologiste à la Salpêtrière, pour ses travaux relatifs à la chronaxie.

Les travaux de M. **Bordier** sont très nombreux : sur 400 publiés, 80 pour 100 environ concernent l'électricité médicale et particulièrement l'Électrothérapie.

C'est sur les courants de haute fréquence que ses recherches et ses publications des dix dernières années ont porté. Dans son très important ouvrage

sur la Diathermie, qui est à sa sixième édition, de nombreux chapitres traitent des questions inédites jusqu'à lui et résument les vues et techniques personnelles de l'auteur.

C'est surtout en Thérapeutique que M. Bordier a fait faire les plus grands progrès en imaginant des techniques nouvelles.

Parmi les techniques nouvelles dues à M. Bordier, on peut citer le traitement des kystes sébacés et des loupes, des hémorroïdes procidentes, des cancers cutanés et des cancers des radiologistes, etc.

Dans les applications de la d'arsonvalisation diathermique d'ordre médical, M. Bordier a également fait connaître des méthodes thérapeutiques à rendement élevé et dont l'efficacité est reconnue par tous ceux qui pratiquent la diathermie. On peut citer en premier lieu le traitement de la paralysie infantile où de si beaux résultats sont constatés journellement; quand ce n'est pas la guérison, c'est une amélioration fonctionnelle que l'on obtient et qui permet d'éviter aux petits malades les tristes infirmités de cette redoutable affection.

Une autre application thérapeutique due à M. Bordier, c'est l'emploi de la d'arsonvalisation diathermique pour faire cicatriser rapidement les plaies atones et en particulier les radiodermites ou radium-dermites ulcéreuses qui ne guérissaient pas avant que ce traitement soit connu.

L'emploi de la diathermie et des courants de haute fréquence en général s'est développé dans de très grandes proportions et dans le monde entier depuis la publication du livre de M. **Bordier** : toutes les spécialités médicales (Urologie, Gynécologie, Oto-rhinolaryngologie, Ophtalmologie, Stomatologie) ont bénéficié des techniques nouvellement décrites; celles-ci ont permis de moderniser les traitements anciens dans beaucoup d'affections, soit par la diathermie chirurgicale, soit par la diathermie médicale.

Partant de la découverte de la *Chronaxie*, due à notre Confrère Lapicque, le D[r] **Bourguignon** a appliqué cette notion à la clinique humaine pour perfectionner l'électro-diagnostic.

A cet effet, il a imaginé tout d'abord une technique permettant sa mesure à travers la peau.

Cette technique lui a fait découvrir des lois physiologiques, puis pathologiques, qui ont enrichi l'électroneurologie et donné une base solide au diagnostic et au traitement des maladies du système nerveux.

Nous ne pouvons que signaler ici les nouveaux résultats obtenus dans cette voie par M. Bourguignon.

On les trouvera développés dans ses nombreuses publications et notam-

ment dans sa remarquable thèse de doctorat ès sciences : *La Chronaxie chez l'homme.*

En Électrothérapie proprement dite, M. Bourguignon a apporté également des notions nouvelles, notamment pour le traitement des contractures par l'excitation des muscles non contracturés. Il a, d'autre part, imaginé de nouvelles techniques d'introduetion électrolytique d'ions qui ont donné en thérapeutique d'excellents résultats.

En résumé, au cours des dix dernières années, M. **Bourguignon**, par ses recherches et ses nombreuses publications, a apporté une contribution personnelle de premier ordre à la pathologie nerveuse et à l'électrothérapie.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX CHARLES MAYER.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard.)

Le prix n'est pas décerné.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Mangin, Richet, Quénu, Mesnil, Gravier; Desgrez, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Charles Porcher**, directeur de l'École nationale vétérinaire de Lyon, pour son ouvrage intitulé : *Le lait au point de vue colloïdal.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX L. LA CAZE.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Richet, Quénu, Gravier; F. Mesnil, rapporteur.)

Votre Commission a retenu cette année, parmi les physiologistes qui lui paraissent dignes de ce prix destiné à récompenser une carrière scientifique, celui de M. **Maurice Doyon**, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de l'Université de Lyon.

Depuis 40 ans environ qu'il se livre à la recherche originale, M. Doyon a beaucoup produit et aussi il a beaucoup fait travailler. Son laboratoire de Lyon a toujours manifesté une grande activité; de nombreux travaux en sont sortis et plusieurs de ses élèves sont devenus des maîtres à leur tour.

Dans la plus grande partie de son œuvre, M. Doyon est physiologiste traditionaliste. Cette œuvre est très variée et nous nous contenterons de chercher à en dégager les résultats les plus saillants, et d'abord ceux relatifs au sang et à sa coagulation qui constituent le bloc le plus important des travaux de M. Doyon.

On ignorait l'origine du fibrinogène. M. Doyon s'est attaché, par des expériences variées, à établir son origine hépatique. Nous citerons une expérience qui nous paraît cruciale : on enlève le foie de la grenouille; son sang devient incoagulable et cela n'est pas dû à la présence d'antithrombine, mais bien à une absence de fibrinogène comme le prouve, entre autres, l'action du chauffage à 56°. Les intoxications par le chloroforme ou le phosphore, qui lèsent le foie, font baisser notablement le taux du fibrinogène dans le sang.

Aux substances anticoagulantes déjà connues, M. Doyon en a ajouté d'autres, à la vérité peu actives, telles que l'atropine, la morphine, etc.; cette faible activité lui a permis de mettre particulièrement en relief le rôle du foie dans le phénomène, car les substances en question ne manifestent leur activité qu'injectées par la veine porte. La nature de l'antithrombine a beaucoup préoccupé M. Doyon; il a longtemps soutenu que les acides nucléiques (dérivés surtout de noyaux hépatiques) sont en cause; mais des recherches plus récentes l'ont amené à penser que la substance anticoagulante est une albumine spéciale dissimulée, adhérant fortement aux éléments phosphorés.

Nous citerons encore, pour ce qui concerne le sang, les contributions que

M. Doyon a apportées aux problèmes de la glycogénie et du sucre sanguin, et aussi à celui de la lipase.

Sa Thèse de doctorat es sciences, qui a porté sur le problème de la sécrétion de la bile, lui a fourni, au sujet de l'innervation des voies biliaires, une série de faits nouveaux qui sont devenus classiques.

Encore dans un autre domaine, il a étendu aux Oiseaux et aux Reptiles la découverte des glandes parathyroïdes et, le premier, il a montré que les paratyphoïdes, au contraire des thyroïdes, ne contiennent pas ou contiennent très peu d'iode.

Un des premiers, avec J. Courmont, M. Doyon a abordé le problème du mode d'action des toxines microbiennes. Ils ont vu en particulier que la toxine tétanique ne produit ses effets qu'après un certain temps, quelles que soient la dose injectée et la voie d'introduction. D'où l'hypothèse très intéressante que la toxine n'agit pas par elle-même, mais détermine, dans l'organisme, la production d'une autre substance qui est la véritable toxine. Comme argument de fait, MM. Doyon et Courmont ont montré que les urines des animaux tétaniques sont convulsivantes *sans incubation*. Une confirmation indirecte de ces vues a été apportée par M. Delezenne, qui a découvert que les venins libèrent aux dépens de certains matériaux des humeurs ou des tissus des produits *immédiatement* nocifs.

Enfin, signalons qu'une heureuse trouvaille d'autopsie a amené M. Doyon à étudier expérimentalement le curieux problème de la migration des poils dans les canaux osseux (*os poilus*).

A cette rapide revue de l'œuvre originale de M. Doyon, il convient d'ajouter la part importante que ce savant a prise à l'élaboration, avec son maître Morat, d'un *Traité de Physiologie* en 5 volumes, le plus complet publié en langue française. L'érudition de l'auteur, sa documentation abondante impriment un cachet spécial aux parties du Traité qui sont sorties de sa plume.

Tout cet ensemble de titres de haute valeur a amené votre Commission à vous proposer à l'unanimité M. **Doyon** comme titulaire du prix La Caze.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Mangin, Richet, Quénu, Gravier; F. Mesnil, rapporteur.)

On n'a à peu près aucune donnée précise sur l'excrétion azotée des Invertébrés. On était arrêté par le fait que les matériaux azotés excrétés sont en très petite quantité. M. **Delaunay** a donc dû élaborer une technique précise de dosage adaptée à ces petites quantités, qu'il faut la plupart du temps rechercher dans l'eau de mer où ont séjourné les animaux en expérience. Une comparaison a ensuite porté avec : 1° le liquide cavitaire des mêmes Invertébrés; 2° les organes dont peuvent provenir ces déchets.

L'auteur a pu ainsi démontrer que les Invertébrés excrètent les mêmes déchets azotés que les Vertébrés; il y a donc unité pour la dégradation des matières protéiques dans toute la série animale. Mais la formule de l'excrétion azotée varie suivant les conditions d'épuration du milieu intérieur.

Les Invertébrés *aquatiques* excrètent surtout des corps ammoniacaux (ammoniaque et amines), corps toxiques dont ils se débarrassent aisément grâce à une épuration facile de leur milieu intérieur.

Les Invertébrés *terrestres*, au contraire, qui peuvent dans certaines circonstances manquer d'eau de circulation, excrètent principalement de l'urée et de l'acide urique, corps qui se forment par synthèse à partir de l'ammoniaque et des amines.

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix à M. **Henri Delaunay**, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Richet, Quénu, Mesnil, Gravier; Desgrez, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jean Régnier**, pharmacien-chef des hôpitaux de Paris, pour des ouvrages intitulés : *Influence de la concentration des ions* H *sur un phénomène physiologique*; *Anesthésie de la cornée par le chlorhydrate de cocaïne*; *Méthodes de mesure de l'activité des anesthésiques locaux*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Quénu, Mesnil; Ch. Gravier, rapporteur.)

M. **Jacques Millot** a apporté une contribution importante à nos connaissances concernant la physiologie, jusqu'ici très mal connue, des Aranéides.

Il a étudié particulièrement, chez ces animaux, la digestion et la sécrétion. Il a établi que l'organe appelé foie ou hépatopancréas n'a ni le rôle, ni la structure d'un organe hépatique, mais est uniquement constitué de diverticules de l'intestin moyen, où vont s'accumuler les aliments avant d'être digérés. Pour cet auteur, la digestion proprement dite s'effectue, non dans la lumière intestinale, mais dans l'intérieur même de la cellule absorbante qui élimine ensuite les produits de déchet. Il a pu mettre en évidence le rôle très important que joue, dans l'excrétion, la paroi du cloaque. Il a découvert dans le céphalothorax un tissu à fonction endocrine, non encore signalé. Dans le phénomène de la mue, il a montré que l'exuviation est précédée par un changement profond de l'organisme, attesté par des modifications considérables de l'hémolymphe, dont presque tous les leucocytes se transforment temporairement en éléments vacuolaires tout particuliers. Il a pu enfin suivre de près les processus aboutissant à la sécrétion de la soie et qui, chez les Araignées, diffèrent sensiblement de ceux que l'on observe chez les Insectes.

La Commission propose d'attribuer le prix Philipeaux à M. **Jacques Millot**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

STATISTIQUE

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Lecornu, Lecomte, Borel, Lebesgue; d'Ocagne, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **René Roy**, ingénieur des ponts et chaussées, pour l'ensemble de ses recherches sur l'application des mathématiques à la statistique et aux sciences économiques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Appell, Bouvier, Bigourdan, L. de Launay, Richet, E. Borel; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 2000fr à M. **Pierre Brunet**, professeur au Lycée de Sens, pour ses ouvrages intitulés : *Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au* XVIIIe *siècle; Maupertuis — Étude biographique; Maupertuis — L'œuvre et sa place dans la pensée scientifique et philosophique du* XVIIIe *siècle*.

Un prix de 2000fr à M. **Niels Nielsen**, professeur à l'Université de Copenhague, pour son Ouvrage : *Géomètres français sous la Révolution*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

OUVRAGES DE SCIENCES.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard, A. Lacroix, Borel, Janet; Gravier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Raoul Combes**, maître de conférences à la Faculté des sciences, pour son ouvrage intitulé : *La vie de la cellule végétale*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JEANBERNAT-DORIA.

(Commissaires : MM. Lecornu, N..., Émile Picard, A. Lacroix, Gravier, Janet; Émile Borel, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Henri Volkringer**, docteur es sciences, pour son ouvrage : *Les Étapes de la Physique*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDAILLES.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard; A. Lacroix, rapporteur.)

La médaille est décernée à :

M. **Roger Douris**, lauréat du prix Montyon des arts insalubres;
M. **Joseph Bougault**, lauréat du prix Jecker;
M. **Georges Denigès**, lauréat du prix L. La Caze de chimie;
M. **Paul Mondain-Monval**, lauréat du prix Houzeau.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX FONDÉ PAR L'ÉTAT.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Lebesgue, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, Borel; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Georges Valiron**, professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg, pour ses travaux sur les fonctions analytiques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Roux, Bouvier, Schlœsing, A. Lacroix, Dangeard, Joubin; H. Douvillé, rapporteur.)

M. **Louis Dangeard**, chargé de cours à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand, a pris part comme géologue de 1922 à 1927 à plusieurs

des croisières de dragages effectuées à bord du « Pourquoi-Pas » par le commandant Charcot. Il a pu ainsi examiner et étudier les échantillons recueillis dans 215 dragages; plus de la moitié ont fourni des résultats intéressants au point de vue géologique. Il les a décrits avec grands détails dans un Mémoire important qu'il a publié sous le titre de « Géologie sous-marine de la Manche » et qui lui a servi de thèse de doctorat. Il a pu de cette manière dresser une sorte de carte géologique du fond de cette mer, et c'est la première fois que ce résultat a été obtenu. Les roches primitives ne se montrent qu'au voisinage des côtes; le Permien et le Trias sont représentés dans la Manche centrale par des formations lagunaires analogues à celles de la France et de l'Angleterre. Mais dès le Lias apparaissent les dépôts marins montrant que la trouée de la Manche remonte à cette époque. Elle persiste dans les périodes suivantes, et à l'époque du Crétacé moyen et du Crétacé supérieur elle a permis aux animaux marins de la Mésogée de pénétrer en Angleterre et jusqu'à Maëstricht. Pendant l'Éocène moyen les Nummulites ont suivi la même voie : les espèces du bassin anglo-parisien ont été retrouvées dans la Manche orientale, tandis que d'autres espèces méridionales n'ont pas dépassé Roscoff.

La Commission propose de décerner le prix Bordin à M. **Louis Dangeard** pour cette importante contribution à la connaissance du fond des mers.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouvier, Marchal, Richet, Mesnil, Gravier; Joubin, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Michel-Raoul May**, assistant à l'Institut Pasteur, pour ses travaux sur le système nerveux et la greffe des organes des sens.

Il a constaté que la greffe embryonnaire de l'ébauche optique ou olfactive à la place de l'ébauche optique excisée chez les Urodèles et Anoures, est souvent suivie de la pénétration, dans un centre nerveux, du nerf optique de l'œil transplanté, ou du nerf olfactif greffé. Cette connexion détermine une hyperplasie de ce centre et une migration, soit du ganglion entier où pénètre le nerf, soit des cellules de la substance grise vers la substance blanche du bulbe, quand la pénétration a lieu dans cette partie

du névraxe. Le nerf greffé semble ainsi exercer une action attractive sur les centres avec lesquels il entre en relation.

Il y a une affinité marquée des neuroblastes optiques pour les neuroblastes du système nerveux central, phénomène qui a été baptisé du nom de *neuroblastotropisme*.

Un fragment de télencéphale, transplanté avec les ébauches optique et olfactive, garde son individualité anatomique et attire le nerf optique d'yeux greffés, et les cellules de ganglions craniens normaux. Dans les cas où une partie du télencéphale transplanté s'unit au bulbe, ces deux parties du névraxe gardent leur architecture normale.

L'application des méthodes microchimiques de Pregl au système nerveux a montré à l'auteur que la teneur en azote, en soufre et en phosphore ne varie dans les deux hémisphères cérébraux du Cobaye que dans des limites très restreintes. Cette constatation a permis de pratiquer la lésion d'un hémisphère, déterminant ainsi une encéphalite, et de doser dans la région lésée l'eau, l'azote, le soufre et le phosphore, l'autre hémisphère, resté intact, servant de témoin.

Il n'y a qu'une légère augmentation de l'eau dans la substance nerveuse en dégradation. La teneur en azote et en soufre augmente dans cette substance, après la lésion; par contre, le phosphore diminue très notablement, et cette diminution dépend très probablement de la dégradation des phosphatides.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Roux, Bouvier, A. Lacroix, Le Chatelier, Joubin, Caullery; Termier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Robert Perret**, docteur es lettres pour sa carte topographique et géologique des montagnes de Salles, entre la vallée de Chamonix et la vallée de Sixt, carte à l'échelle de $\frac{1}{20000}$ accompagnée d'une notice géologique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LE CONTE.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, A. Lacroix, Appell, Painlevé, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue, Drach; Émile Picard, rapporteur.)

On doit à M. **Élie Cartan** un bel ensemble de travaux sur les groupes infinis, la géométrie différentielle et les invariants intégraux, avec de nombreuses applications à diverses généralisations de la notion d'espace, à la Mécanique et à la Physique mathématique. Dans toute son œuvre M. Cartan a fait preuve d'un remarquable talent d'analyste, en même temps que d'un sens géométrique d'une grande finesse et d'une rare pénétration, qui lui a permis en particulier de voir sous un jour nouveau les points fondamentaux de la théorie de la Relativité.

La Commission est unanime à proposer pour le prix Le Conte M. **Élie Cartan**, professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Paris.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Appell, Deslandres, Bigourdan, Lecornu, Borel, Brillouin; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Georges Giraud**, professeur à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand, pour l'ensemble de ses travaux sur les équations aux dérivées partielles.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Roux, A. Lacroix, Bigourdan, Douvillé, Termier, Richet, Mesnil.)

Le prix est reporté à 1931.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Roux, Bouvier, A. Lacroix, Termier, Marchal, Dangeard; F. Mesnil, rapporteur.)

M. **Élie Ivanow**, de Moscou, poursuit depuis plus d'un quart de siècle des recherches sur l'Insémination artificielle des Mammifères. Grâce à ses travaux, cette question est passée du domaine de l'empirisme dans celui de la science, et a abouti à des résultats d'un haut intérêt pratique : utilisation plus large et plus rationnelle des reproducteurs de prix (un étalon peut servir à la fécondation de 10 à 15 femelles); — amélioration en grand des races, croisement d'espèces qui ne se reproduisent pas entre elles, dans la nature; — mesures contre la stérilité; — mesures prophylactiques contre la propagation des maladies infectieuses par voie génitale.

Il y a là une œuvre très cohérente et d'un haut intérêt biologique.

La Commission propose d'attribuer le prix Saintour à M. **Élie Ivanow**.

L'Académie accepte la proposition de la Commission.

PRIX JULES MAHYER.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Mangin, Dangeard, Mesnil; Caullery, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Constantin Dawydoff**, ancien professeur à l'Université de Perm, pour l'ensemble de ses recherches sur la zoologie et spécialement l'embryogénie des Invertébrés. M. Dawydoff a apporté dans ce domaine de nombreuses contributions et a été conduit ainsi à l'étude de phénomènes d'un grand intérêt, tels que, la réduction de l'organisme des Némertes, sous l'influence d'une inanition prolongée. Beaucoup des recherches de M. Dawydoff ont été faites dans les mers tropicales (il a fait, dans ces deux dernières années, œuvre très féconde en Indochine, à la Station océanographique de Cauda, près Nha-Trang, à laquelle il est présentement attaché), parfois dans des conditions pénibles et périlleuses. M. Dawydoff est l'auteur d'un important *Traité d'Embryologie comparée des Invertébrés*, basé sur une connaissance très approfondie de cette vaste matière. La Commission, en récompensant l'œuvre de M. **Dawydoff**,

reconnaît en même temps l'énergie qu'il a déployée dans des circonstances difficiles au service de la science désintéressée.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Mangin, Richet, Leclainche, Gabriel Bertrand.)

Le prix est reporté à 1931.

PRIX HENRY WILDE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Bigourdan, Hamy, Kœnigs, Borel, Perrin; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 2000fr à M. **Maurice Leriche**, géologue à l'Université de Lille et à l'Université libre de Bruxelles;
Un prix de 2000fr à M. **Ferruccio Zambonini**, professeur à l'Université de Naples.

M. **Leriche**, a publié un très grand nombre de Mémoires relatifs à la géologie et à la paléontologie. Ses recherches paléontologiques s'étendent à tous les groupes d'animaux, mais s'appliquent surtout aux Poissons et particulièrement à ceux du nord de la France et de la Belgique.

Ses travaux géologiques ne sont pas moins étendus, car ils embrassent tous les terrains depuis le Silurien jusqu'aux formations modernes. Il y a lieu de signaler en particulier ceux qui concernent les terrains tertiaires parisiens, belges et anglais et aussi ceux qui ont rapport au bassin du Congo.

Dans tous ces travaux de haute tenue, les sujets abordés, qu'ils soient paléontologiques ou géologiques, sont étudiés sous tous leurs aspects avec souci d'en tirer des conclusions intéressant la paléogéographie.

M. **Leriche** représente dignement la science française en Belgique. A tous ces points de vue la Commission tient à lui donner un témoignage de haute estime en lui attribuant un prix Wilde.

M. **Ferruccio Zambonini**, après avoir professé la Minéralogie à l'Univer-

sité de Turin, la Chimie à l'Université de Naples dont il a été pendant quelques années recteur, occupe actuellement la chaire de Minéralogie de cette Université, jadis illustrée par Arcangelo Scacchi. Il en est le digne successeur.

Il est l'auteur d'un nombre considérable de Mémoires consacrés surtout à l'étude chimique des minéraux et à des recherches cristallographiques très poussées, embrassant non seulement les espèces minérales, mais encore beaucoup de séries de sels artificiels de la Chimie.

Parmi ses œuvres minéralogiques, il y a lieu de faire une place toute spéciale à sa *Mineralogia Vesuviana*, monographie très complète de tout ce qui a été trouvé dans le grand volcan italien, l'un des plus intéressants et des plus riches gisements minéralogiques du monde. Il a ajouté un grand nombre d'observations personnelles à celles de ses prédécesseurs.

M. **Zambonini** ne se contente pas de travailler personnellement, il entraîne à sa suite de nombreux élèves.

C'est cette belle activité scientifique que la Commission entend récompenser par l'attribution d'un prix Wilde.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX CAMÉRÉ.

(Commissaires : MM. Vieille, Le Chatelier, Lecornu, Kœnigs, Mesnager, Séjourné; d'Ocagne, rapporteur.)

L'ouvrage très original publié par M. **David Wolkowitsch**, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur des Forges et Aciéries de la marine et d'Homécourt sous le titre : *Applications de la géométrie à la stabilité des constructions* apporte aux ingénieurs le secours d'une méthode très simple et très puissante pour l'étude directe des systèmes hyperstatiques. La nouveauté, non moins que l'élégance, des solutions obtenues fait ressortir de façon frappante les incontestables avantages de la méthode, particulièrement à propos des questions compliquées que soulève l'étude des pièces courbes; de là un progrès très sensible dans les moyens dont disposent les ingénieurs constructeurs pour les études que comporte la pratique de leur art.

La Commission propose de décerner le prix à M. **David Wolkowitsch**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GUSTAVE ROUX.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marc André**, assistant au Muséum national d'histoire naturelle.

Le prix Gustave Roux est destiné à récompenser un jeune savant; M. **Marc André** répond bien à cette définition. Né en 1900, il est entré au Muséum en 1914. Après avoir pris une part active à l'organisation du nouveau laboratoire consacré aux Vers et Crustacés, il s'est instruit lui-même, sous la direction de son chef, notre confrère M. Gravier, et d'un de ses oncles, fonctionnaire d'un laboratoire voisin. Il a ainsi acquis de solides connaissances. Aujourd'hui docteur de l'Université de Paris, il est un excellent spécialiste connu en France et à l'étranger pour ses connaissances des Acariens. Ses publications sont nombreuses et estimées. A tous égards, il mérite l'encouragement d'une récompense académique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX THORLET.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Adolphe Richard**, ancien préparateur à l'École nationale supérieure des Mines.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX ALBERT Ier DE MONACO.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Roux, Bouvier, A. Lacroix, Vieille, Villard, Mangin, Termier, Lecornu, Richet; Joubin, rapporteur.)

M. **Lucien Cuénot**, professeur à l'Université de Nancy, occupe parmi les biologistes une place éminente, reconnue par ses collègues français et étrangers, car nombre des plus grandes sociétés savantes ont tenu à le compter parmi leurs membres, notamment l'Académie de Belgique, dont il est associé.

Ses premiers travaux ont porté sur l'anatomie et la physiologie des animaux inférieurs, sur leur sang, dont il a découvert, dans des groupes divers, la formation des globules, sur leurs organes phagocytaires qu'il a trouvés, sous les aspects les plus divers, chez une foule d'animaux, établissant ainsi la grande généralité de cette fonction. C'est encore lui qui a découvert la fonction agglutinante dont les organes ont pour rôle de rassembler les particules flottantes dans les liquides internes, de les soustraire à la circulation et de les livrer finalement aux phagocytes qui se chargent de les faire disparaître.

Ces divers travaux ont conduit M. Cuénot à une vaste étude des organes de l'excrétion chez un grand nombre d'animaux; il en a décrit le dispositif et le fonctionnement.

Je ne cite que pour mémoire une série de publications sur les Protistes parasites, Infusoires, Coccidies, Grégarines, dont il a suivi l'évolution et je regrette de ne pouvoir mentionner qu'en passant ses importants travaux sur l'anatomie si difficile des Echinodermes dont les plus caractéristiques ont trait aux systèmes nerveux, circulatoire et reproducteur.

D'autres se rapportent aux Mollusques, dont il a étudié des types divers et élucidé un petit mystère, celui de la présence chez certains d'entre eux d'organes urticants, les Nématocystes, spéciaux aux Cœlentérés. C'est aux Cœlentérés eux-mêmes que les Mollusques en question empruntent leurs nématocystes, fait unique d'utilisation par un animal d'organites fabriqués par un autre.

Une série d'autres recherches est consacrée à la faunistique, notamment à celle du Bassin d'Arcachon et de la Lorraine. Il ne s'agit point là de ces listes fastidieuses d'animaux que l'on décore habituellement du nom d'une localité. L'auteur se préoccupe avant tout de chercher dans la Géologie, la Géographie, l'Hydrologie, les causes de la présence des animaux dans les contrées qu'il étudie. Un de ses plus curieux travaux dans ce sens se rapporte à l'étude des mares salées créées par l'homme à l'intérieur des continents. Il s'est attaché à reconnaître en Lorraine ce qu'on appelle des reliques : animaux aujourd'hui vosgiens ou nordiques qui persistent dans les vallées forestières et les sources froides, restes de la période glaciaire et, d'autre part les animaux méridionaux, reliques de la période plus chaude qu'aujourd'hui qui a suivi le grand refroidissement quaternaire.

Dans un magnifique ouvrage, devenu classique, *la Genèse des espèces animales*, il a tracé un tableau général de la distribution écologique des animaux, mettant en relief le mode de peuplement et les adaptations propres à leur milieu.

Le problème de l'adaptation a fourni à M. Cuénot un de ses plus curieux ouvrages. N'acceptant pas les processus admis par Lamarck et Darwin, il pense que l'adaptation nécessaire et suffisante à un milieu préexiste à la nécessité, comme une sorte de convenance générale de l'être à son milieu. Ce n'est que par un hasard heureux qui fait rencontrer à un être quelconque le milieu qui lui convient, que s'établit cette convenance qui nous frappe. En voici un exemple qui illustre la théorie très générale de Cuénot : le nègre n'est pas devenu noir par l'action héréditaire du soleil sur sa peau (Lamarckisme), ni par le choix des individus les plus résistants à l'action des rayons ultraviolets (Darwinisme); mais c'est parce qu'il était noir, déjà, qu'il a pu s'établir dans des régions tropicales auxquelles il était convenablement préadapté.

En étudiant les places vides, c'est-à-dire des milieux qui se peuplent sous nos yeux, comme les mares salées continentales, les galeries de mines profondes, etc., M. Cuénot a montré que les êtres qui peuvent réussir à y vivre et à durer, sont ceux seulement qui par leur structure ou leur physiologie y sont préparés par une préadaptation préalable. Il y a un filtrage qui ne laisse entrer que des préadaptés.

Mais M. Cuénot pense que si cette théorie rend compte de l'adaptation nécessaire et suffisante, et dans une mesure presque complète, de l'origine des espèces nouvelles, elle a cependant ses limites; pas plus du reste que les théories Lamarckienne et Darwinienne elle n'explique la marche générale de l'évolution ou les adaptations raffinées au delà de l'utilité; il faut savoir reconnaître nos ignorances.

M. Cuénot fut l'un des deux biologistes (l'autre, l'Anglais Bateson est mort il y a quelques années) qui indépendamment l'un de l'autre, définirent chez les animaux les règles fondamentales de l'hérédité : l'œuf fécondé qui contient en puissance tous les caractères de l'individu développé, renferme quelque chose, des facteurs divers qui conditionnent l'apparition de ces caractères; il y a deux lots de ces facteurs complets et symétriques provenant l'un du père, l'autre de la mère. Quand, dans les deux lots, une paire symétrique de facteurs n'est pas homogène, l'un prend le dessus sur l'autre; c'est la règle de la dominance; chez l'homme, les yeux noirs dominent les yeux bleus. Il faudrait de trop longs développements pour expliquer les règles de la disjonction et de l'indépendance des facteurs. Parmi ceux-ci il en a signalé un nouveau chez la souris jaune qu'il a nommé léthal qui ne permet pas à un animal de vivre s'il n'est pas compensé, antidoté pourrait-on dire, par un symétrique non léthal. Tout ceci est basé sur d'innombrables expériences; elles lui ont permis d'expliquer clairement le méca-

nisme de l'atavisme; ce retour d'un ancêtre disparu depuis un temps quelconque, en reformant, par des croisements convenables, un patrimoine conforme à celui de l'ancêtre.

Nombre de ces expériences, exécutées sur des souris, ont permis à M. Cuénot de montrer le premier, qu'il y a dans le cancer de la Souris des facteurs héréditaires certains, ce qui a été depuis étendu aux cancers spontanés.

Il faut encore signaler ici certains dispositifs d'une haute perfection mécanique, que M. Cuénot désigne sous le nom de coaptations, comparables à un bouton avec sa boutonnière, la lame pliante d'un couteau et son manche, etc. Ces organes sont préparés chez la larve ou l'embryon bien avant que la réaction d'une des parties sur l'autre ait pu donner naissance à l'appareil. Les explications tirées des théories Lamarckienne et Darwinienne sont sans valeur en face des organes de coaptation, et n'expliquent pas leur finalité manifeste; un facteur inconnu nous échappe qui devra encore rendre compte de la présence normale, chez certains animaux, d'organes mal faits ou démesurés, dont l'évolution n'a certainement pas été réglée par l'utilité ou l'usage.

Je signale seulement les études de M. Cuénot sur divers moyens de défense utilisés par les animaux, l'autotomie de la queue des Rongeurs, le rejet de sang coloré et toxique par des Insectes. Sous le nom d'homochromie, il a séparé du mimétisme la ressemblance si fréquente entre la couleur d'un animal et celle de son support; il en distingue plusieurs formes dont il expose le mécanisme.

D'intéressantes expériences lui ont permis de préciser que la détermination du sexe est déjà définitive avant la fécondation et que, par conséquent, l'action des régimes et autres tentatives sur l'embryon est absolument nulle.

D'autres expériences sur l'absorption intestinale au moyen d'aliments colorés, ont montré dans quels points de l'épithélium digestif se font les absorptions des diverses catégories d'aliments. Il a pu montrer que certaines couleurs arrivent à pénétrer dans certaines cellules intestinales mais ne vont pas au delà; celles-ci ont la propriété de faire un choix et d'arrêter au passage les produits inutiles ou toxiques.

Pendant ces dernières années, M. Cuénot a publié divers travaux de premier ordre.

1° Une revue complète de la génétique de la Souris, énumérant tous les facteurs qui ont été reconnus chez ces animaux par lui-même et ensuite par

les Américains. Il y met au point la question de l'hérédité du cancer des Souris, spontané ou par greffe.

2° Discussion de l'origine des espèces, montrant comment on peut, dans les idées modernes, concevoir l'apparition d'espèces nouvelles. Le thème principal est qu'il existe une mutation d'isolement ou de ségrégation sans aucun retentissement morphologique, donc passant inaperçue, qui commence à séparer des groupes qui, plus tard, pourront se différencier morphologiquement, et alors être reconnus spécifiquement.

3° Une critique du livre récent de Vialleton (Le transformisme n'est-il qu'une illusion ou une hypothèse téméraire?)

Vialleton a erré en opposant transformisme et évolution, ce qui est la même chose. M. Cuénot expose dans cet article ses idées sur le transformisme. En dépit des critiques, justifiées ou non, que l'on peut faire aux théories explicatives de Lamarck et de Darwin, la doctrine de l'évolution reste intangible. On peut n'en pas connaître du tout les causes naturelles que le fait évolutif, avec sa puissance d'explication et l'impossibilité d'ériger un autre concept, ne s'en impose pas moins au biologiste. Il existe réellement, ce que niait Vialleton, des formes de passage inclassables, par exemple entre Reptiles et Mammifères, entre Reptiles et Oiseaux, etc.

Ce trop rapide résumé, bien que très incomplet, montre l'originalité, la diversité, et l'importance de l'œuvre biologique et philosophique de M. **Cuénot**. La Commission est unanime à le présenter pour l'attribution du prix Albert Ier de Monaco.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATIONS SPÉCIALES.

FONDATION LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à Mmes **Cusco et Rück**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HÉLÈNE HELBRONNER-FOULD.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard, A. Lacroix, Blondel, Janet, Breton, M. d'Ocagne, M. de Broglie, Desgrez, Séjourné, Charcot, Le Bel; Helbronner, rapporteur.)

Après la mort de notre confrère **Yves Delage**, sa grande entreprise *l'Année biologique* a été reprise par la Fédération des sciences naturelles, mais il restait à combler une lacune de trois années. La veuve de notre regretté confrère a consacré ses dernières années à cette tâche ardue.

La Commission du prix Hélène Helbronner-Fould avait décidé de proposer à l'Académie d'attribuer cette distinction à Mme Yves Delage comme témoignage de haute estime. Malheureusement, Mme Delage est décédée avant que l'Académie ait pu voter sur cette proposition. En conséquence, la Commission lui propose d'attribuer *honoris causa* le prix à Mme **Delage** et d'en verser le montant à la personne qui assure la publication du volume en cours d'impression.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

PRIX LAPLACE.

Le prix est décerné à M. **Henri Feltz**, né à Saint-Dié (Vosges), le 12 novembre 1909, sorti premier, en 1930, de l'École polytechnique.

PRIX L.-E. RIVOT.

Le prix est partagé entre les quatre élèves dont les noms suivent, sortis en 1930 avec le n° 1 ou 2, de l'École polytechnique, dans les corps des mines et des ponts et chaussées :

M. **Henri Feltz**, entré premier à l'École des mines, reçoit 750fr.

M. **Pierre-Julien Couture**, entré second à l'École des mines, reçoit 500^{fr}.

M. **Émile Bideau**, entré premier à l'École des ponts et chaussées, reçoit 750^{fr}.

M. **Camille-Henri Foin**, entré second à l'École des ponts et chaussées, reçoit 500^{fr}.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

FONDATION TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard, A. Lacroix, Appell, Bouvier.)

Les arrérages de la fondation ne sont pas attribués.

FONDATION GEGNER.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Désiré Bois**, professeur au Muséum national d'histoire naturelle, pour son ouvrage intitulé : *Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Histoire, utilisation, culture.*

Il y a quelques années, M. **Désiré Bois**, professeur de culture au Muséum, a publié sous le titre : *Les plantes alimentaires de tous les peuples et à travers les âges*, un livre consacré aux Phanérogames légumières, sauvages ou cultivées, des diverses parties du globe, à leur origine, à leur histoire, à leur utilisation.

Il donne aujourd'hui sur le même plan un gros livre de plus de 600 pages, consacré aux Phanérogames fruitières, et enrichi de nombreuses figures. Ce nouvel Ouvrage possède les mêmes qualités d'érudition, de connaissance parfaite du sujet, dues à une longue pratique que le précédent. Sa lecture est des plus instructives. C'est un grand effort, qui a rempli une

longue vie de travail, que la Commission a l'intention de récompenser par l'attribution du prix Gegner.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Appell, Bigourdan, Villard, Lecornu, Kœnigs, d'Ocagne; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Robert Forrer**, chef de travaux à l'Institut de physique de la Faculté des sciences de Strasbourg, pour ses travaux sur le magnétisme.

La Commission adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HIRN.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, A. Lacroix, Appell, Bouvier; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à M. **Maurice Kraïtchik**, agrégé à l'Université de Bruxelles, pour ses études et ses ouvrages sur la théorie des nombres.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HENRI BECQUEREL.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, A. Lacroix, Appell, Bouvier; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix Henri Becquerel à M. **Jean Thibaud**, directeur adjoint à l'École des hautes études, pour ses travaux sur les rayons X de grande longueur d'onde et la jonction spectrographique des rayons X et ultraviolets.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION LOUTREUIL.

(Membres du Conseil : MM. Lecornu, Émile Picard, C. Lallemand, H. Le Chatelier, Paul Janet; A. Lacroix, rapporteur.)

L'Académie a reçu 29 demandes. Après avis du Comité consultatif de la fondation, le Conseil a décidé d'accorder les 22 subventions suivantes, qui vont être énumérées suivant leur nature :

I. — *Recherches sur des questions déterminées.*

10000^fr à M. **Louis Dunoyer**, professeur à l'Institut d'optique, secrétaire général de la Société française de physique, pour l'extension de ses recherches sur les cellules photo-électriques.

5000^fr à M. **Raymond Ricard**, chargé de cours à la Faculté catholique des sciences de Lyon, pour ses recherches sur les spectres d'étincelle des métaux (mercure, etc.).

5000^fr à M. **Jacques Duclaux**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, pour ses travaux sur la mesure de la transparence de l'atmosphère.

4000^fr à M. **Maurice Fontaine**, élève de l'Institut océanographique, pour ses recherches de physiologie sur les êtres marins.

3000^fr à M. **François Maignon**, professeur de physiologie à l'École nationale vétérinaire d'Alfort, pour la continuation de l'étude de l'influence des saisons et des glandes génitales sur les combustions respiratoires.

3000^fr à M. **Gabriel Petit**, professeur à l'École nationale vétérinaire d'Alfort, pour ses recherches sur la greffe des glandes endocrines, le devenir du greffon et les propriétés acquises du sérum des sujets hypergreffés, dans le traitement de diverses déficiences.

3000^fr à M. **Jean Verge**, professeur à l'École nationale vétérinaire d'Alfort, pour ses recherches sur le bactériophage de d'Hérelle et ses applications en médecine vétérinaire.

4000^fr au **Laboratoire de viticulture de l'Institut national agronomique** (directeur : M. **Pierre Viala**, membre de l'Académie des sciences), pour ses recherches sur les micolithes, sur les broussins, et sur l'étude des maladies de carence, et pour divers travaux de pathologie végétale et de chimie biologique en cours.

II. — *Voyages et explorations.*

5000fr à M. **Charles Alluaud**, comme contribution à une mission dans le Sahara méridional.

3000fr à M. **Norbert Casteret**, pour ses explorations spéléologiques dans les Pyrénées.

4000fr à M. **Auguste Méquignon**, professeur agrégé au Lycée Buffon, pour la continuation de recherches entomologiques dans l'Archipel des Açores.

III. — *Achat de matériel.*

3000fr à M. **Emilio Damour**, professeur au Conservatoire national des arts et métiers, pour compléter l'installation du laboratoire de verrerie.

3000fr à M. **Jean-Georges Lafon**, professeur de physiologie à l'École nationale vétérinaire de Toulouse, pour compléter l'installation d'électrocardiographie du laboratoire de physiologie de l'École.

1000fr à la **Société scientifique d'Arcachon**, pour l'aider à reconstruire les bâtiments qui abritent ses collections et laboratoires.

IV. — *Bibliothèques.*

15000fr au **Muséum national d'histoire naturelle**, pour l'achèvement du catalogue des ouvrages contenus dans les bibliothèques des laboratoires.

Les fiches concernant ces ouvrages sont intercalées dans le catalogue général de la Bibliothèque centrale du Muséum.

Les subventions suivantes ont été accordées pour aider à l'accroissement de leur bibliothèque :

12000fr à l'**École nationale vétérinaire de Lyon**.

4000fr à l'**École nationale vétérinaire de Toulouse**.

V. — *Publications.*

5000fr à la **Faune des colonies françaises**.

5000fr à la **Fédération française des Sociétés des sciences naturelles**.

15000fr pour la continuation de l'**Inventaire des périodiques scientifiques dans les bibliothèques de Paris**.

5000fr à M. **Emmanuel de Margerie**, correspondant de l'Académie des sciences, pour la préparation d'une carte géologique de l'Afrique.

4000fr au **Museum des sciences naturelles de Lyon**, pour aider à l'impression d'un mémoire de M. L. Germain sur les Hélicidés de la Faune française.

L'ensemble des subventions accordées s'élève à la somme de 121000fr. Nous en donnons la récapitulation dans le tableau suivant :

	fr	
1° *Recherches sur des questions déterminées.*		
M. Louis Dunoyer	10000	
M. R. Ricard	5000	
M. Jacques Duclaux	5000	
M. Maurice Fontaine	4000	
M. François Maignon	3000	37000
M. Gabriel Petit	3000	
M. Jean Verge	3000	
Laboratoire de viticulture de l'Institut national agronomique	4000	
2° *Voyages et explorations.*		
M. Charles Alluaud	5000	
M. Norbert Casteret	3000	12000
M. A. Méquignon	4000	
3° *Achat de matériel.*		
M. Emilio Damour	3000	
M. J.-G. Lafon	3000	7000
Société scientifique d'Arcachon	1000	
4° *Bibliothèques.*		
Muséum national d'histoire naturelle	15000	
École nationale vétérinaire de Lyon	12000	31000
École nationale vétérinaire de Toulouse	4000	
5° *Publications.*		
Faune des colonies françaises	5000	
Fédération française des sciences naturelles	5000	
Inventaire des périodiques scientifiques dans les bibliothèques de Paris	15000	34000
Carte géologique de l'Afrique (M. Emmanuel de Margerie)	5000	
Museum des sciences naturelles de Lyon	4000	
Total général		121000

FONDATION VICTOR NOURY.

(Commissaires : MM. Lecornu, Termier, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 3000fr à M. **Augustin Boutaric**, professeur à la Faculté des sciences de Dijon, pour ses travaux sur les colloïdes qu'il poursuit avec une grande activité dans des conditions particulièrement pénibles.

Un prix de 3000fr à M. **Henri Baulig**, professeur à l'Université de Strasbourg, pour son ouvrage intitulé: *Le plateau central de la France et sa bordure méditerranéenne. Étude morphologique*. M. Baulig a écrit un livre remarquable, riche en idées et en faits nouveaux. Il comprend une bibliographie très complète du sujet et une intéressante illustration cartographique et photographique. Sans vouloir discuter certaines des opinions théoriques de l'auteur, la Commission a tenu à lui donner une marque de haute estime pour cet intéressant travail.

Un prix de 2000fr à feu **Franz de Zeltner**, agent principal des services civils de l'Afrique occidentale française.

M. Franz de Zeltner, récemment décédé, était un administrateur colonial dont toute la carrière s'est déroulée en Afrique occidentale. Avec un très grand zèle il s'est livré à des études d'histoire naturelle et surtout d'anthropologie, de sociologie et d'ethnographie; elles ont donné lieu à de nombreuses publications. Il a recueilli d'importantes collections qu'il a léguées au Musée d'ethnographie du Trocadéro.

Un prix Noury de 2000fr est décerné à son œuvre africaine comme suprême témoignage d'estime.

Un prix de 2000fr à M. **Pierre Lamare** pour ses recherches géologiques dans l'Yemen.

M. Lamare a effectué deux voyages (1922-1923 et 1929) dans cette région d'abord difficile; il en a rapporté d'importantes observations sur les éruptions volcaniques qui ont accumulé une grande épaisseur de laves basaltiques et rhyolitiques hyperalcalines. L'activité éruptive s'est terminée par la production de puys basaltiques dont la remarquable conservation atteste l'âge très récent. Il a publié sur ce sujet d'intéressantes notes qui ont retenu l'attention de la Commission.

Un prix de 2000^{fr} à M. **Raymond Hovasse**, agrégé de l'Université et docteur ès sciences. M. Raymond Hovasse est l'auteur de nombreuses notes consacrées à des sujets biologiques ou zoologiques. Depuis plusieurs années, il est professeur de zoologie à l'Université de Stamboul, près de laquelle il a fondé (1925) la station zoologique du Bosphore. Il représente dignement la science française dans le proche Orient, et mérite un témoignage d'estime.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDS CHARLES BOUCHARD.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Mangin, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Mesnil, Gravier, Vincent, Calmette, Achard; Bazy, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer l'annuité de la fondation à M. **Léon Binet**, chef de Laboratoire à la Faculté de médecine de Paris, pour continuer ses recherches expérimentales sur des appareils de perfusion et de respiration artificielle.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HENRY LE CHATELIER.

(Commissaires : MM. Le Chatelier, Charpy, Lumière, Laubeuf, Claude, Rey; Guillet, rapporteur.)

La Commission propose que les arrérages de la fondation, dix mille francs, soient attribués à M. **Marcel Ballay** pour ses recherches sur les alliages du glucinium.

M. Marcel Ballay, qui, étant apprenti tourneur aux usines De Dion-Bouton, est entré au laboratoire de cette usine, a lui-même, sans professeurs, passé successivement avec succès les baccalauréats, la licence ès sciences, les divers examens de certificats d'études du Conservatoire national des arts et métiers, avec le diplôme de fin d'études (métallurgie et électricité); il a passé une très brillante thèse de doctorat ès sciences, relative à l'effet Ludwig Soret dans les alliages.

Les solutions aqueuses inégalement chauffées sont le siège de variations de concentrations. Les recherches de M. Ballay ont porté sur ce phénomène

dans les alliages métalliques liquides et solides, sur ses lois et sa théorie thermodynamique. La théorie qu'il a proposée, soumise au calcul, s'est montrée plus satisfaisante que la théorie de Van't Hoff.

En outre, M. **Ballay** a présenté, soit seul, soit avec votre rapporteur, quatorze notes à l'Académie des sciences.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION PIERRE LAFITTE.

(Commissaires : MM. Bigourdan, Villard, Branly, Janet, Brillouin, Cotton; Ferrié, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Raymond Jouaust**, sous-directeur du laboratoire central d'électricité, pour l'ensemble de ses travaux sur la radioélectricité.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION ROY-VAUCOULOUX.

(Commissaires : MM. Roux, Richet, Quénu, Bazy, Joubin, Vincent; F. Mesnil, rapporteur.)

Votre Commission vous propose d'attribuer les arrérages de la fondation à M. **Joseph Magrou**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, en considération des intéressants travaux qu'il a déjà publiés sur la production des tubercules et sur les galles bactériennes (cancer des plantes).

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

LECTURES.

M. **A. Lacroix**, secrétaire perpétuel, fait une lecture ayant pour titre : *Notice historique sur François-Sulpice Beudant et Alfred-Louis-Olivier Legrand Des Cloizeaux, membres de la Section de Minéralogie.*

A. Lx et É. P.

TABLEAU DES PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS.

ANNÉE 1930

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

OUVRAGES DE SCIENCES.

MÉDAILLES.

PRIX GÉNÉRAUX.

FONDATIONS SPÉCIALES.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1929

EUROPE.

France.

AUXERRE. — Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne : *Bulletin*, B 1558.
AVIGNON. — *Cahiers de pratique médico-chirurgicale.*
CLERMONT-FERRAND. — *Prospérité. Revue trimestrielle d'organisation scientifique et d'études économiques.*
LE MANS. — Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe : *Bulletin*, B 1735.
LILLE. — *Information (L') médicale.*
— *Progrès (Le) scientifique et industriel.*
LYON. — Observatoire : *Bulletin*, B 1031.
MARSEILLE. — Faculté des sciences : *Annales*, A 310.
— Musée colonial : *Annales*, A 865.
— *Journal des Observateurs*, J 607.
— *Marseille médical*, M 46.
MONTPELLIER. — École nationale d'agriculture : *Annales*, A 853' *bis*.
MULHOUSE. — Société industrielle : *Bulletin*, B 1634.
NICE. — Observatoire : *Bulletin*, B 1031[1].
— *Côte d'azur médicale (La)*, C 1049[1].
PARIS. — Académie d'agriculture de France : *Comptes rendus des séances*, B 1861.
— Académie de médecine : *Bulletin*, B 894; *Règlement et personnel.*
— Académie des sciences : *Annuaire*, I 235; *Comptes rendus hebdomadaires des séances*, C 758.
— Association amicale des anciens élèves de l'École centrale des arts et manufactures : *Annuaire*, A 1280; *Bulletin*, B 914.

---

(1) Cote de l'*Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris.* Paris, Masson, 1924-1925; 4 fasc. 23^{cm}. Les cotes du supplément de cet *Inventaire*, qui vient de paraître, portent un indice : elles n'ont pu être données que pour une partie de ce supplément.

PARIS. — Association amicale de secours des anciens élèves de l'École normale supérieure : *Annuaire*, A 2386.

— Association amicale des élèves de l'École nationale supérieure des mines : *Annuaire*, A 1281; *Bulletin*, B 916.

— Automobile Club de France : *Bulletin officiel*, A 2603.

— Banque de France : *Assemblée générale des actionnaires*, B 14[1].

— Bureau des Longitudes : *Annuaire*, A 1370.

— Comité international des poids et mesures : *Procès-verbaux des séances*, C 564.

— Comité permanent du contrôle laitier : *Comptes rendus des travaux de la station volante expérimentale de l'Office agricole régional du Nord.*

— Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon à la Méditerranée : *Rapport du Conseil d'administration*, R 61.

— Compagnie des chemins de fer du Midi : *Rapport du Conseil d'administration*, R 71.

— Compagnie universelle du canal maritime de Suez : *Rapport du Conseil d'administration*, C 618[1].

— Conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine : *Comptes rendus des séances*, C 742.

— Fondation Thiers : *Annuaire*, A 1347.

— Hôpital Saint-Michel : *Bulletin.*

— Institut des actuaires français : *Bulletin trimestriel*, B 1014.

— Institut national agronomique : *Annales*, A 872.

— Institut océanographique : *Annales*, A 873; *Bulletin*, B 2015.

— Institut Pasteur : *Annales*, A 874.

— Ministère de l'agriculture : *Rapport sur le fonctionnement de l'Institut des recherches agronomiques.*

— Ministère de la marine : *Annuaire.*

— Ministère du commerce : *Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale*, C 98.

— Office international d'hygiène publique : *Bulletin mensuel*, B 1042.

— Office national météorologique de France : *Bibliographie météorologique*, B 2247; *Bulletin quotidien de renseignements*, B 2476[1]; *Bulletin quotidien d'études*, B 2475[1]; *Mémorial*, M 677 *bis*[1].

— Société amicale de secours des anciens élèves de l'École polytechnique : *Annuaire*, A 1291 et 1550; *Bulletin.*

— Société amicale des ingénieurs de l'École supérieure d'électricité : *Bulletin.*

— Société centrale des architectes : *Annuaire*, A 1380.

— Société d'encouragement pour l'industrie nationale : *Bulletin*, B 1296.

— Société des ingénieurs civils de France : *Annuaire*, A 1403; *Mémoires et Compte rendu des travaux*, M 583; *Procès-verbal*, P 631.

— Société française de photographie et de cinématographie : *Bulletin*, B 1608.

— Société française des constructions Babcock et Wilcox : *Bulletin technique.*

— Société française des électriciens : *Annuaire*, A 1412; *Bulletin*, B 1644.

— Société géologique de France : *Bibliographie des sciences géologiques*, B 245[1]; *Bulletin*, B 1619; *Compte rendu sommaire des séances*, C 767; *Mémoires*, M. 536.

PARIS. — Société nationale d'horticulture de France : *Bulletin mensuel*, A 952; *Journal*, J 439 *bis*.
— Société philomathique : *Bulletin*, B 1836.
— Société de secours des amis des sciences : *Compte rendu*, S 456.
— Société de pharmacie : *Bulletin*.
— Touring-Club de France : *Revue mensuelle*, R 1484.
— Union sociale d'ingénieurs catholiques : *Annuaire; Echo*, E 18.
— Université : *Annales; Livret de l'étudiant*, A 92.
— *Agronomie (L') coloniale*, M. 908.
— *Annales de chimie*, A 832.
— *Annales de géographie*.
— *Annales de physique*, A 832.
— *Annales des épiphyties*, A 1090.
— *Annales des ponts et chaussées, Partie administrative, Partie technique*, A 1473.
— *Annuaire du bâtiment et des travaux publics*, 435.
— *Anthropologie (L')*, M 129.
— *Archives de médecine et de pharmacie militaires*, J 476.
— *Archives de médecine et de pharmacie navales*, A 2134.
— *Arts et métiers*, B 2506.
— *Astronomie (L')*, A 2471.
— *Bibliographie de la France*, B 238.
— *Bulletin des sciences mathématiques*, B 1843.
— *Chaleur et industrie*, C 202.
— *Chimie et industrie*, C 342.
— *Enseignement (L') mathématique*, E 278.
— *Fil et sans fil*.
— *France (La)*.
— *Gazette des hôpitaux civils et militaires*, L 27.
— *Génie (Le) civil*, G 205.
— *Géographie (La)*, G 233.
— *Index generalis*, U 119.
— *Information (L') médicale*, I 174.
— *Journal d'agriculture pratique et journal de l'agriculture*, M 90.
— *Journal de chimie physique*, J 368.
— *Journal de pharmacie et de chimie*, B 1787.
— *Lumière et radio*.
— *Médecine (La) internationale*, A 244.
— *Mémorial de l'artillerie française*, M 677 *bis*.
— *Mois colonial et maritime*, M 1085.
— *Nature (La)*, N 52.
— *Progrès (Le) médical*, P 684.
— *Revue bryologique*, R 1010.
— *Revue des agriculteurs de France*, B 1522.
— *Revue des combustibles liquides*, R 1214.
— *Revue des mutilés de l'oreille*, R 1242².

PARIS. — *Revue des questions scientifiques*, R 1252.
— *Revue des roulements à billes*, R 1256[1].
— *Revue générale de l'électricité*, L 183.
— *Revue générale des sciences pures et appliquées*, R 1362.
— *Revue maritime*, R 1025.
— *Revue scientifique illustrée* (revue rose), R 1216.
— *Science et industrie*, S 193.
— *Technique (La) moderne*, T 50.
— *Tribune (La) médicale*, T 515.
— *Vers la santé.*

ROUEN. — Société industrielle : *Bulletin*, B 1636.
— Société normande d'études préhistoriques : *Bulletin*, B 1694[2].
— *Revue de l'Industrie minérale*, R 1123.

STRASBOURG. — Institut de physique du globe : *Annuaire*, U 139.
— Union géodésique et géophysique internationale, section de séismologie : *Comptes rendus des séances de la troisième conférence.*

TALENCE. — Observatoire : *Bulletin*, B 1032.

TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres : *Mémoires*, H 74.

TROYES. — Société académique d'agriculture des sciences et arts de l'Aube : *Mémoires*, M 575.

Allemagne.

BERLIN. — Preussischen Akademie der Wissenschaften : *Sitzungsberichte*, B 192.
— *Chemie-Physik.*
— *Der Tropenflanzer. Zeitschrift für das Gesamtgebiet der Landwirtschaft wasmer Länder.*
— *Der Züchter. Zeitschrift für theoretische und angewandte Genetik.*
— *Forschungen und Fortschritte*, F 101[1].
— *Zeitschrift für Physik*, Z 151.

BREMEN. — *Deutsches meteorologisches Jahrbuch.*

GÖTTINGEN. — Gesellschaft der Wissenschaften : *Abhandlungen*, C 569; *Nachrichten*, N 5.

HEIDELBERG. — Badische Landes Sternwarte : *Veröffentlichungen*, V 107.

LEIPZIG. — Sächsische Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen der mathematisch-physischen Klasse*, A 44.
— Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften : *Berichte über die Verhandlungen*, B 185.
— *Abhandlungen aus dem Gesamtgebiete der Hygiene.*
— *Jahrbuch der organischen Chemie*, J 36.
— *Monatshefte für Mathematik und Physik*, M 1106.

MÜNCHEN. — Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen*, A 36; *Sitzungsberichte der mathematisch naturwissenschaftlichen Abteilung*, J 122.
— Erdphysikalischen Warte bei der Sternwarte in München : *Veröffentlichungen.*

POTSDAM. — Astrophysikalischen Observatoriums : *Publikationen*, P 815.

Autriche.

WIEN. — Akademie der Wissenschaften : *Almanach Sitzungsberichte*, S 358.

Belgique.

BRUXELLES. — Académie royale de Belgique : Extrait des bulletins de la classe des sciences. *Mémoires couronnés*, M 599.
— Académie royale de médecine de Belgique : *Bulletin*, B 899; *Mémoires couronnés et autres mémoires*, M 440.
— Musée royal d'histoire naturelle de Belgique : *Mémoires*, M 576.
— Observatoire royal de Belgique : *Annuaire*, A 1315.
— Société belge de géologie : *Bulletin*, B 1178.
— Société royale de botanique de Belgique : *Bulletin*, B 1736.
— Société scientifique de Bruxelles : *Annales*, A 1001.
LIÉGE. — Association des ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore : *Bulletin*, B 936.
— Société géologique de Belgique : *Annales*, A 980; *Mémoires*, M 534.
— Société royale des sciences : *Mémoires*, M 557.
LOUVAIN. — Commissariat général de l'œuvre internationale de Louvain : *Bulletin*.
UCCLE. — Observatoire royal de Belgique : *Annales séismiques*, B 2490.

Danemark.

COPENHAGUE. — Danske meteorologiske Institut : *Meddelelser*, P 882[1].
— Danske Videnskabernes-Selskab : *Meddelelser*, D 13; *Oversigt*, O 279.
— Seismological Station : *Bulletin*.

Danzig.

DANZIG. — Naturforschenden Gesellschaft : *Schriften*, V 136.

Espagne.

BARCELONA. — Museo de ciencias naturales : *Memorias*, A 264; *Trabajos*, J 929 à 932.
— Real Academia de ciencias y artes : *Boletin*, B 434; *Memorias*, M 693.
— Universidad : *Instituto de fisiologia*, U 105[1].
— *Ciencia*, C 397[1].
BILBAO. — *La Nueva zootecnia*.
MADRID. — Instituto nacional de investigaciones y experiencias agronomicas y forestales : *Boletin*, B 507[1].

MADRID. — Museo nacional de ciencias naturales : *Trabajos*, J 929.
— Observatorio astronomico : *Anuario*, A 1908.
— Real Academia de ciencias exactas, fisicas y naturales : *Anuario*, A 1897; *Memorias*, M 692; *Revista*, R 755.
— Real Sociedad española de historia natural : *Boletin*, A 691; *Memorias*, M 696.
— Real Sociedad geografica : *Boletin*, B 460.
— *Boletin de pescas*, B 491 *bis*.
SAN FERNANDO. — *Almanaque nautico*, A 555.
— Carta fotografica del cielo.

Finlande.

HELSINGFORS. — Academia scientiarum fennica : *Annales*, S 750.
— Commission géologique de Finlande : *Bulletin*, B 1093 *bis*.
— Société de géographie de Finlande : *Acta geographica*, A 119[3]; *Fennia*, F 32.
— Societas scientiarum fennica : *Arsbok-Vewsikiya; Commentationes physico-mathematicæ*, C 573 *bis*.
— *Commentationes biologicæ*, C 572 *bis*.
— *FF (Folklore Fellows) communications*, F 0[1].
— *Havsforskningsinstitutets Skrift*, H 34.
— *Merentutkimuslaitoksen julkaisu*, M 735[1].

Grande-Bretagne.

BIRMINGHAM. — Natural History and Philosophical Society : *Annual Report*, B 363 *bis*; *Proceedings*, P 525.
CAMBRIDGE. — International Astronomical Union : *Bulletin; Transactions*.
— Observatory : *Annual Report*, C 48.
— Philosophical Society : *Biological Reviews*, P 536 *bis*[1].
— Solar Physics Observatory : *Annual Report*, A 1721.
DUBLIN. — Royal Irish Academy : *Proceedings*, P 600.
EDINBURGH. — Astronomer Royal for Scotland : *Annual Report*, A 1665.
— Royal Physical Society : *Proceedings*, P 601.
— Royal Society : *Proceedings*, P 602; *Transactions*, T 402.
GREENWICH. — Observatory : *Astrographic Catalogue; Report of the Astronomer Roya to the Board of Visitors*, R 429.
HARPENDEN. — Rothamsted Experimental Station : *Report*.
LONDON — British Astronomical Association : *Journal*, J 798; *Mémoirs*, M 610.
— Department of Scientific and Industrial Research : *Special Report*, D 129.
— Geological Society : *Geological Literature*, G 244; *List of the Geological Society*, L 112[1]; *Quarterly Journal*, Q 11.
— Geological Survey of Nigeria : *Occasional Papers*, G. 253[1].
— Institution of Mechanical Engineers : *Proceedings*, P 560.
— Meteorological Committee to the Air Council : *Annual Report*, A 1753[1].

LONDON. — Meteorological Office : *Annual Report; Geophysical Memoirs*, M 783; *Monthly weather Report*, M 781; *Observatories' Year Book*, M. 781; *Professional Notes*, M 784; *Weekly Weather Report* M 781.

— National Physical Laboratory : *Report for the Year*, N 26.

— Royal Astronomical Society : *Geophysical Supplement*, M 1257; *Memoirs*, M 608; *Monthly Notices*, M 1256.

— Royal Institution of Great Britain : *Record*, R 196[1].

— Royal Microscopical Society : *Journal*, T 361.

— Royal Society : *Philosophical Transactions*, P 225; *Proceedings*, A 72; *Year Book*, Y 20.

— Royal Society of Medicine : *Proceedings*, P 603.

— *Chemical News and Journal of Industrial Science*, C 311.

— *Geographical Journal*, G 231.

— *Medical Press and Circular.*

— *Nautical Almanach and Astronomical Ephemeris*, N 73.

MANCHESTER. — Literary and Philosophical Society : *Memoirs*, M 627; *Proceedings*, M 627.

PERTH. — British Astronomical Association : *Memoirs.*

SIDMOUTH. — Norman Lockyer Observatory : *Director's annual Report*, N 203[2].

Grèce.

ATHÈNES. — Observatoire national d'Athènes : *Annales*, A 897.

— *Practica.*

Hongrie.

BUDAPEST. — *Geographica Hungarica.*

SOPRON. — *Mitteilungen der berg. u. hüttenmännischen abteilung an der Kgl. ung. Hochschule für Bergund Forstwesen.*

— *Recherches forestières.*

Italie.

BOLOGNA. — *Giornale di bibliografia tecnica internazionale*, G 316[1].

— *Scientia*, R 1665.

CATANIA. — Reale Osservatorio astrofisico di Catania : *Catalogo astrofotografico internazionale.*

MILANO. — Reale Istituto lombardo di scienze e lettere : *Rendiconti*, R 175.

— *Il freddo artificiale industriale e l'industria delle acque gassose.*

— *Il politecnico.*

— *La parola e il libro.*

MODENA. — Reale Accademia di scienze, lettere ed arti : *Atti e memorie.*

NAPOLI. — Accademia delle scienze fisiche e matematiche : *Rendiconto*, R 332.

— *Bulletin volcanologique*, B 2542[2].

— *Rivista di neurologica*, P 760.

PALERMO. — Circolo matematico : *Rendiconti*, R 329.
PARMA. — Ufficio idrografico del Po : *Pubblicazioni.*
PISA. — Reale Scuola d'ingegneria : *Publications* R 177 *bis*[1].
REGGIO. — R. Stazione sperimentale per l'industria delle essenze e dei derivati dagli agrumi : *Bollettino ufficiale*, B 659[1].
ROMA. — Chanousia, Giardino botanico alpino dell' ordine Mauriziano : *Annuario.*
— Institut international d'agriculture : *Revue internationale d'agriculture*, B 1902.
— Pontificia Accademia delle scienze : *Atti*, A 2538; *Indice generale alfabetico ed analitico dei Lavori scientifici; Memorie*, M 708.
— Reale Accademia nazionale dei Lincei : *Atti*, A 2546; *Indice degli atti accademici pubblicati del* 1911 *à* 1924; *Memorie*, A 2546; *Rendiconti*, A 2546.
— Specola astronomica vaticana : *Pubblicazioni*, P 789.
— Ufficio presagi : *Annuario.*
— *Annali idrologici*, U 8[1].
— *Catalogo astrografico sezione vaticana.*
— *Nuovi annali dell'agricoltura*, A 1131.
UDINE. — *Memorie storiche forogiuliesi.*
VENEZIA. — R. Comitato talassografico italiano : *Memoria.*
— Reale Istituto veneto di scienze lettere ed arti : *Atti*, A 2571.
— Union géodésique et géophysique internationale. Section d'océanographie : *Bulletin.*

Latvie.

RIGA. — Latvijas Universitates : *Raksti*, A 140[2].

Monaco.

MONACO. — Bureau hydrographique international : *Revue hydrographique.*
— Institut océanographique : *Bulletin*, B 2015.
— *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco.*

Norvège.

BERGEN. — Museum : *Årbok*, B 118; *Kvalsundfundet.*
— *Norwegian north-polar expedition with the « Maud ». Scientific results.*
OSLO. — Norske videnskaps-Akademi : *Report of the scientific results of the norwegian expedition to novaya zembya.*
— *Geofysiske Publikasjoner*, G 221 *bis.*

Pays-Bas.

Amsterdam. — Astronomical Institute of the University : *Publications*, P 848 *bis*.
— Koninklijk nederlandsch meteorologisch Institueit : *Annuaire; Mededeelingen en Verhandelingen.*
— Nederlandsche botanische Vereeniging; *Nederlandsch Kruidkundig archief*, N 92^{1} *Recueil des travaux botaniques néerlandais*, N 92.
— *Verfkranick.*
Haarlem. — Musée Taylor : *Archives*, A 2162; *Verhandelingen.*
— Société hollandaise des sciences : *Archives néerlandaises de phonétique expérimentale.*
Leiden. — Physical laboratory of the University : *Communications*, C 616.
Rotterdam. — Bataafsch genootschap der proefondewindeliske wijsbegeerte : *Nieuwe verhandelingen*, V 34.
S'Gravenhage. — *Archives néerlandaises de physiologie de l'homme et des animaux*, A 2185.
— *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, A 2185.
— *Flora batava ofbeelding en Beschrijving der nederlandsche Gewassen.*
Utrecht. — Koninklijk nederlandsch meteorologisch Institueit : *Seismische registrierungen in de bilt. Supplement. Observations océanographiques et météorologiques dans l'Océan Indien; Monthly meteorological Data for ten-degree squares in the oceans.*

Pologne.

Cracovie. — Académie des mines : *Publications.*
— Observerwatorjum krakowskiego : *Rocznik astronomiczny*, R 1703.
— Société géologique de Pologne : *Annales*, R 1704^{2}.
Lwow. — Société polonaise des naturalistes « Kopernik » : *Kosmos*, K 89^{1}.
Poznan. — *Szkoly Akademickie.*
Pulawy. — Institut national polonais d'économie rurale à Pulawy : *Mémoires*, P 27^{1}.
Varsovie. — Astronomical Observatory of the Warsaw University : *Publications*, P 849^{1}.
— Institut Nencki : *Travaux*, T 440^{6}.
— Societas botanicorum Poloniæ : *Acta*, A 134^{1}.
— Société des sciences et des lettres : *Annuaire; Archives de biologie*, A 1287^{2}; *Comptes rendus des séances*, C 671.
— *Acta biologiae experimentalis.*
— *Przeglad radjotechniczny*, P 758^{1}.

Portugal.

Coimbra. — Observatorio astronomico : *Efemérides astronomicas*, E 303.
— Universidade : *Boletim bibliografico da biblioteca*, B 385 *bis*.
Lisboa. — Serviças geologicas : *Carta e cortes geologicos des arredores de torres vedras.*

Roumanie.

BUCAREST. — Académie roumaine : *Bulletin de la section scientifique*, B 1147.
— Société médicale des hôpitaux : *Bulletins et mémoires*, B 2170.
— Société roumaine des sciences : *Bulletin de chimie pure et appliquée; Bulletin mathématique; Statuts.*

Russie.

BLAGOVECSHENSK. — Far East department of agriculture : *Reports of the Far East (former Amour) district meteorological Bureau.*
KHARKOW. — *Institut psychoneurologique ukrainien.*
— *Journal chimique de l'Ukraine*, O 265².
KIEFF. — Académie des sciences de l'Ukraine : *Bulletin et Mémoires de la classe des sciences physiques et mathématiques*, O 265¹; *Procès-verbaux.*
LENINGRAD. — Académie des sciences : *Commission des expéditions de recherches*, P 479¹; *Bulletin*, B 2485; *Comptes rendus*, C 628; *Travaux de la section géographique.*
— Comité géologique : *Bulletins; Matériaux pour la géologie générale et appliquée*, C 563¹; *Mémoires*, M 571; *Vestnik.*
— Institut de l'Etat des sciences médicales : *Travaux.*
— Institut des mines : *Annales; Recueil jubilaire.*
— Société physico-chimique russe à l'Université : *Journal*, J 459.
— Société russe de minéralogie : *Mémoires.*
— Third Congress of the Russian zoologists, anatomists and histologists : *Proceedings.*
— *Archives des sciences biologiques*, A 2157.
— *Meteorological Review*, M 781².
— *Recueil de géophysique.*
— *Statistical summary in the mineral industry of the U. S. S. R.*
MOSCOU. — Central Experimental agricultural Station : *Arbeiten.*
— Institut d'Etat de la médecine vétérinaire expérimentale : *Œuvres.*
— Karpow chemical Institute : *Papers.*
— Scientific technical department of the supreme council of national economy : *Transactions*, S 232¹.
— *Archiv für medizinische wissenschaften.*
— *Journal of chemical industry*, J 727 *bis*¹.
— *Revue zoologique russe.*
NISHNI-NOVGOROD. — Verein von freunden der physik und astronomie : *Veränderliche sterne.*
ODESSA. — Observatoire géophysique : *Bulletin*, O 93¹.
TIFLIS. — Geophysikalisches observatorium georgiens : *Seismiche Abteilung.*
— *Bulletin statistique de la Transcaucasie.*
— *Economie rurale de la Transcaucasie.*
VLADIVOSTOK. — Observatoire géophysique central : *Annales.*
— Observatoire géophysique de l'Extrême-Orient : *Résumés mensuels et annuels*, R 640¹.
— Université d'Etat de l'Extrême-Orient : *Mémoires; Publications.*

Suède.

GÖTEBORG. — *Kunglika vetenskaps och vitterhets samhälles Handlingar*, G 374.
STOCKHOLM. — K. Svenska vetenskaps Akademiens : *Arkiv för astronomi, botanik, fysik, matematik och zoologie*, B 331 ; *Årsbok*, K 67 ; *Handlingar*, S 775.
— Observatorium : *Astronomiska iakttagelser och undersokningar*, A 2490.
— *Acta mathematica*, A 126.
— *Les prix Nobel*, P 483.
— *Sveriges geologiska undersökning*, S 776.
UPPSALA. — Statens meteorologisk hydrografiska anstalt : *Arsbok*, S 590[1] ; *Meddelanden*, M 174.
— *Observations météorologiques à Abisko*, A 67.

Suisse.

BALE. — *Helvetica chimica acta*, H 52.
BERNE. — Bibliothèque nationale suisse : *Catalogue; Rapport*, B 309[1].
— *Beitrage zur geologischen Karte der Schweiz*, B 55.
GENÈVE. — Observatoire : *Publications*, O 29.
— Société astronomique Flammarion : *Bulletin*, B 1171[1].
— Société de physique et d'histoire naturelle : *Comptes rendus des séances*, C 665; *Mémoires*, M 511.
— *Archives des sciences physiques et naturelles*, B 313.
LAUSANNE. — Société vaudoise des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1862; *Mémoires*, M 558[1].
— *Suisse (La) industrielle et commerciale*, S 734 *bis*[1].
ZURICH. — Eidgenössische Sternwarte : *Astronomische mitteilungen*, M 1066.
— International astronomical Union : *Bulletin for character figures of solar phenomena.*
— Schweizerischen meteorologischen zentral-Anstalt : *Annalen*, S 165.

Tchécoslovaquie.

BRNO. — École des hautes études vétérinaires : *Publications biologiques*, P 821[1].
— École supérieure d'agronomie : *Bulletin*, B 990[2].
— Faculté de médecine : *Publications.*
— Université Masaryk : *Publications de la Faculté des sciences*, S 558.
— Societatis scientiarum naturalium moraviæ : *Acta*, A 140[1].
PRAHA (PRAGUE). — Académie tchèque des sciences : *Bulletin international*, B 2197.
— Institut géophysique national tchécoslovaque : *Bulletin magnétique.*
— *Collection des travaux chimiques de Tchécoslovaquie*, C 511[1].
— *Hevezdarska Rocenka*, H 142.

Yougoslavie.

BEOGRAD (BELGRADE). — Académie royale serbe des sciences et des arts : *Comptes rendus; Mémoires*, S 561.
ZAGREB. — Académie des sciences et des arts : *Bulletin des travaux de la classe des sciences mathématiques et naturelles*; *Rad*, R 6.

ASIE.

Chine.

CHANG-HAI. — Observatoire de Zô-Sé : *Annales*, A 881.
HONG KONG. — Royal Observatory : *Report of the Director*, R 460; *Meteorological records*; *Monthly Meteorological Bulletin*, 1254[1].
NANKING. — Metropolitan Museum of natural history : *Sinensia*.
— Science Society of China : *Contributions from the biological Laboratory*.
PEIPING (PEKING). — Geological Survey of China : *Bulletin*, B 2366 *bis; Paleontologia sinica*, P 16 *bis*.
— Geological Society of China : *Bulletin*, B 2365[1].
— Metropolitan Library : *Bulletin; Catalogue of Chinese Government Publications*.

Indes anglaises.

CALCUTTA. — Geological Survey of India : *Memoirs*, M 620; *Records*, R 193.
— Government Observatories : *Magnetic Meteorological and Seismographic Observations*, M 60.
— Indian Museum : *Memoirs*, M 625; *Records*, R 196.
— *Flora of the upper Gangetic plain*.
CEYLON. — *Ceylon Journal of Science*, C 198[1].
MADRAS. — Indian Mathematical Society : *Journal*, J 818.

Indochine.

HANOÏ. — Service géologique de l'Indochine : *Bulletin*, B 2032; *Cartes géologiques de l'Indochine; Catalogue des Publications*.
— *Bulletin économique de l'Indochine*, B 2153.
PHU LIEN. — Observatoire central de l'Indochine : *Bulletin pluviométrique*, O 85.
— Service météorologique de l'Indochine : *Bulletin mensuel des Observations*, B 2283.
SAÏGON. — Jardin botanique : *Delectus seminum*, H 126[1].
— *Bulletin administratif de la Cochinchine*, B 779 *bis*[1].

Japon.

KYOTO. — College of Science and Engineering : *Memoirs*, M 615.
— Université : *Acta scholæ medicinalis*, A 134.
FUKUOKA. — Kyushu Imperial University : *Calendar*.
RYOJUN. — College of Engineering : *Memoirs*, M 641[1].
SAPPORO. — Hokkaido Imperial University : *Memoirs of the Faculty of engineering*, M 616[2].
— General Department of Scientific Research of Saito-Ho-On-Kai : *Monographs*.
— Tôhoku Imperial University : *Science reports*, S 215 *bis*; *Technology reports*, T 59.
— *Mitteilungen über allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie*, 1065[1].
— *Tôhoku Journal of Experimental Medecine*, T 179.
— *Tôhoku Mathematical Journal*, T 180.
TOKYO. — Aeronautical Research Institute : *Report*, R 425[1].
— Astronomical Society of Japan : *Observations of variable Stars*.
— Chemical Society of Japan : *Bulletin*, B 2355[1].
— Faculty of Science : *Journal*, M 642.
— Imperial Academy : *Proceedings*, P 554[1].
— Imperial Earthquake Investigations Committee : *Bulletin*, B 2376.
— Imperial University : *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, B 2360[1]; *Calendar*, T 182.
— Institute of Electrical Engineers of Japan : *Journal; Selected Papers from the Journal*.
— Institute of Physical and Chemical Research : *Abstract; Bulletin guide; Scientific papers*, S 229.
— National Research Council of Japan : *Publications*.
— Physico-mathematical Society of Japan : *Proceedings*, T 184.
— *Acta medicinalia in keijo*.
— *Acta phytochimica*, A 131.
— *Astronomical Bulletin*.
— *Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*, J 245.
— *Japanese Journal of Botany*, J 245 *bis*.
— *Japanese Journal of Engineering*, J 245 *ter*[1].
— *Japanese Journal of Experimental Medicine*.
— *Japanese Journal of Physics*, J 245 *quinter*.
— *Nagoya Journal of Medical Science*, N 8[1].

Syrie.

KSARA. — Observatoire : *Annales*, A 885[1].

AFRIQUE.

Algérie.

ALGER. — Institut Pasteur d'Algérie : *Archives*, A 2116^{3}.

Égypte.

CAIRO. — Ministry of Agriculture. Technical and Scientific Service : *Bulletin*.
— *Agricultural Journal of Egypt.*

Madagascar.

TANANARIVE. — *Bulletin économique de Madagascar et dépendances*, B 2154.

Maurice (Ile).

PORT-LOUIS. — Royal Alfred Observatory : *Miscellaneous Publications*, M 951.
— *Results of Magnetical Meteorological and Seismological Observations.*

Tunisie.

TUNIS. — Institut Pasteur de Tunis : *Archives*, A 2117.
— Service botanique de la direction générale de l'agriculture, du commerce et de la colonisation de Tunisie : *Annales*, A 1089^{1}.

Union of South Africa.

CAPETOWN. — Observatory : *Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Amiralty*, R 424.

AMÉRIQUE.

Argentine.

BUENOS-AIRES. — Association argentina de electrotecnicos : *Boletin*, B 437^{2}.
— Facultad agronomia y veterinaria : *Boletin Revista*, R 752.

BUENOS-AIRES. — Ministerio de agricultura. Direccion de meteorologia : *Resumen mensual de la Carta del Tiempo*, R 630[2].

— Ministerio de agricultura. Direccion general de minas : *Publicacion.*

— Ministerio de agricultura. *Seccion de propaganda y informes*, R 564[1]; *Boletin*, B 511; *Publicacion.*

— *Boletin matematico*, B 534[1].

— *Boletin mensual de estadistica agro pecuaria*, B 536 *bis.*

— *Physis*, P 324.

— *Revista zootecnica*, R 934.

— Observatorio astronomico de la Universidad nacional : *Publicaciones*, P 800 *bis; Contribuciones géofisicas.*

— Oficina quimica de la Provincia : *Anales*, A 684[1].

— Universidad : *Anuario*, A 1899[1]; *Contribucion al estudio ciencias fisicas y matematicas*, U 108.

Brésil.

RIO-DE-JANEIRO. — Observatorio nacional : *Annuario*, A 1868; *Boletim magnetico*, B 410 *bis*[1]; *Taboas das marés*, T 28[1].

— *Revista medico-cirurgica do Brasil*, R 883.

— *Revista militar brasileira*, R 899.

SAO PAULO. — Museu Paulista : *Revista*, R 823.

— Serviço sanitario : *Secçao de estatistica demographo-sanitaria*, S 323[2].

— *Annuario demographico*, A 1861[1].

— *Carta geologica.*

— *O Brasil de amanhâ. Divulgaçao de hygiene.*

— *Revista polytechnica*, R 909[2].

Canada.

HALIFAX. — Nova Scotian Institute of Sciences : *Proceedings and Transactions*, P 493

OTTAWA. — Biologic Board of Canada : *Bulletin*, B 2346[2].

— Canadian Patent Office : *Record and Register of Copyrights and Trade Marks*, C 66.

— Department of Mines : *Memoirs*, C 55; *Museum Bulletin*, G 249; *Reports*, C 55.

— Dominion Observatory : *Publications*, D 137.

— Geodetic Survey of the Canada : *Annual Report of the Director*, A 1796; *Publication*, D 136.

— *Report of the Canadian Arctic Expedition* 1923-1928.

— *Tide Tables for the Eastern Coats of Canada*, T 135 *bis.*

— *Tide Tables for the Pacific Coast of Canada.*

TORONTO. — Biological Stations of Canada : *Contributions to Canadian Biology and Fisheries*, C 1001.

— Royal Astronomical Society of Canada : *Journal*, T 281.

VICTORIA. — Dominion Astrophysical Observatory : *Publications*, P 856.

Chili.

SANTIAGO. — Observatorio del Salto : *Boletin*, B 522[1].
— Universidad : *Anales*, A 698.
— *Anuario meteorologico de Chile*, A 1919[1].
— *Revista medica de Chile*, R 867; *Indice de la revista medica*.

Cuba.

LA HABANA. — Observatorio nacional : *Boletin*, R 565.
— Secretaria de agricultura, comercio y trabajo : *Memorias cientificas de la direccion de montes y minas*.
— Sociedad geografica : *Revista*.
— *Boletin oficial de marcas y patentes*, B 558.

États-Unis.

ALBANY. — *Astronomical Journal*, A 2454.
BALTIMORE. — Johns Hopkins University : *Circular*, J 274; *Studies*, J 277.
— *American Journal of Mathematics*, A 598.
— *American Journal of Philology*.
— *Human Biology*.
BERKELEY. — Lick Observatory : *Bulletin*, L 81.
— University of California : *Publications*, U 149.
BOSTON. — American Academy of Arts and Sciences : *Memoirs*, M 603.
BOULDER. — University of Colorado : *Bulletin*, C 106.
BROOKLYN. — Museum : *Science Bulletin*, M 1335.
CAMBRIDGE. — Harvard College Observatory : *Annals*, A 1192; *Annual Report of the Director*, A 1714; *Bulletin*, H 30; *Circular*, A 2468.
— Massachussetts Institute of Technology : *Abstracts of Scientific and Technical Publications*, M 123[3].
CHICAGO. — University : *Oriental Institute Communications*.
— Yerkes Observatory : *Publications*, P 878.
EASTON. — National Academy of Sciences, *voir* Washington National Academy of Science.
— American Chemical Society : *Journal*, J 780.
LINCOLN. — University : *University Studies*, U 201.
— Wisconsin Geological and Natural History Survey : *Bulletin*, B 2416.
MINNEAPOLIS. — *Physical Review*, P 307.
NEW-YORK. — American Mathematical Society : *Transactions*, T 252.
— American Museum of Natural History : *Annual Report*, A 1662.
— Meteorological Observatory : *Annual Tables; Report*, R 494.
— New-York Academy of Science : *Annals*, A 1200.

NEW-YORK. — State Agricultural Experiment Station : *Annual Report*, A 1764; *Bulletin*, C 1012; *Technical Bulletin*.

— State Museum : *Bulletin*, B 2397 *bis*; *Handbook*.

OBERLIN. — Oberlin Collège : *Laboratory Bulletin*, L 14.

PASADENA. — Mount Wilson Observatory : *Annual Report of the Director*, R 461; *Contributions*, C 76.

PHILADELPHIA. — Academy of Natural Sciences : *Proceedings*, P 498; *Year book*, A 1656[1].

— American Philosophical Society : *Proceedings*, P 506.

— Franklin Institute : *Journal*, J 812; *Year Book*, F 153.

PITTSBURGH. — Alleghany Observatory : *Publications*, P 847.

— Carnegie Institute of Technology : *Bulletin*.

PRINCETON. — University Observatory : *Contributions*, C 997.

ROCHESTER. — Eastman Kodak Company : *Abridged Scientific Publications from the Kodak Research Laboratory*, A 68.

ROCK ISLAND. — Augustana Library : *Publications*, A 2575[2].

SAN DIEGO. — Society of Natural History : *Transactions*, T 402[1].

SAN FRANCISCO. — California Academy of Sciences : *Proceedings*, P 534.

WASHINGTON. — Bureau of Standards; *Circular*, C 419; *Journal of research*, B 2555[1]; *Miscellaneous Publications*, D 119; *Scientific Papers*, B 2351; *Technological Papers*.

— Carnegie Institution : *Publications*, C 77.

— Department of Agriculture; *Agriculture Year Book*, Y 22; *Department Bulletin*, U 65[1]; *Circular*, D 113[1]; *Farmers' Bulletin*, U 78; *Leaflet; Monthly Weather Review*, M 1269; *Technical Bulletin*, U 80[1].

— Department of Commerce : Bureau of Mines : *Circular; Elimination of Wast; Simplified Practice; Recommandation; Standards Year book*.

— Department of the Interior. Bureau of Education : *Bulletin*, U 62.

— Department of Terrestrial Magnetism : *Annual Report of the Director*, D 131.

— Library of Congress : *Report of the Librarian*, L 79.

— Academy of Sciences : *Memoirs*, M 631; *Proceedings*, P 574.

— National Museum : *Bulletin*, S 380; *Proceedings*, P 612; *Report*, R 553.

— National Research Council : *Bulletin*, B 2392; *Organization of Members; Report; Reprint and Circular Series*.

— Naval Observatory : *American Ephemeris and Nautical Almanac*, A 584; *Annual Report*.

— Smithsonian Institution : *Annual Report of the Board of Regents*, A 1674.

— Smithsonian Institution. Bureau of Ethnology : *Bulletin*, S 379; *Smithsonian Miscellaneous Collections*, S 381.

— State College : *Research Studies*.

— United States Public Health Service : *Studies*.

— *Journal of Agricultural Research*, J 718.

Mexique.

MEXICO. — Biblioteca nacional : *Boletin*, B 441.
— Departemento de la estadistica nacional : *Resumen del censo general de habitantes.*
— Instituto geologico : *Anales*, A 713; *Boletin*, B 445.
— Sociedad cientifica « Antonio Alzate » : *Memorias y Revista*, M 695.
— *Revista mexicana de ingenieria y arquitectura*, R 896 *bis*[1].
TACUBAYA. — Observatorio astronomico nacional : *Anuario*, A 1904.

Paraguay.

ASUNCION. — Sociedad cientifica : *Revista*, R 758 *bis*[1].

Pérou.

LIMA. — Escuela de ingenieros : *Memoria anual presentada por la Direccion.*
— *Boletin oficial de minas y petroléo.*

Republica Dominicana.

SANTO-DOMINGO. — *Estacion agronomica de Moca.*

Uruguay.

MONTEVIDEO. — Facultad de medicina : *Anales*, A 681.

Venezuela.

CARACAS. — Colegio de ingenioros de Venezuela : *Revista*, R 803[1].

OCÉANIE.

Australie.

ADELAÏDE. — Hospital : *Medical and Scientific Archives*, M 289[1].
— *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science*, A 2594[1].
SYDNEY. — Royal Society of New South Wales : *Journal and Proceedings*, T 390.
— *Australian Science Abstract*, A 2596[2].

Indes Néerlandaises.

BANDOENG. — Netherlands East Indian Volcanological Survey : *Bulletin*, B 2392[1].
— Vulkanologische en seismologische : *Mededeelingen*, V 262[2].
— *Jaarboek mynwezen Nederlandsch Indie*, J 7.
— *Wetenschappelijke mededeelingen*, W 43[1].
BATAVIA. — Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium : *Observations*, O 48; *Verhandelingen*, K 80.
— *Natuurkundij tijdschrift voor Nederlandsch Indie*, N 70.
— *Seismological Bulletin*, E 326.
BUITENZORG. — Instituts scientifiques de Buitenzorg « 's Lands Plantentuin » : *Recueil de travaux zoologiques hydrobiologiques et océanographiques.*
— Instituut voor Plantenziekten : *Mededeelingen*, M 272.
— *Mededeelingen van het algemeen proefstation voor den landbouw*, M 276.
— *Natuurwetenschappelijke raad voor Nederlandsch-Indië.*
LEMBANG. — Bosscha-sterrenwacht : *Annalen.*
WELTEVREDEN. — *Jaarboek van het mijnwezen*, J 7.
— *Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië*, R. 288.

ERRATA.

—

(Séance du 24 novembre 1930.)

Note de M. *J. Herbrand*, Détermination des groupes de ramification d'un corps à partir de ceux d'un sur-corps :

Page 980, ligne 4 en remontant, *au lieu de* 6, *lire* σ; ligne 3 en remontant, supprimer $\frac{1}{2}$.

Page 981, ligne 7, *au lieu de* K, *lire* $\overline{K}$; ligne 9, supprimer $\frac{1}{2}$; ligne 19, *au lieu de* ν_0, *lire* γ_0; ligne 4 en remontant, *au lieu de* γ'_{i_2+1}, *lire* γ'_{i_2-1}; ligne 2 en remontant, *au lieu de* $\gamma'_{i_{k+1}+1}$, *lire* $\gamma'_{i_{k+1}-1}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du décret, en date du 12 décembre 1930, qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. Émile Jouguet pour occuper dans la Section de mécanique la place vacante par le décès de M. *H. Sebert*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Émile Jouguet** prend place parmi ses Confrères.

M. **Émile Picard**, en déposant sur le bureau un Ouvrage de M. Volterra, s'exprime comme il suit :

Je présente à l'Académie, de la part de M. Vito Volterra, son livre : *Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie*. Dans cet Ouvrage, notre illustre Associé étranger cherche à montrer comment, au moyen de diverses hypothèses, on peut soumettre à l'analyse mathématique l'étude des *fluctuations biologiques*. Dans une première partie on étudie comment réagissent les espèces les unes sur les autres, en supposant que les causes ont des effets immédiats. Dans une seconde partie, on s'efforce de tenir compte du retard dans les effets, et l'on est ici dans le domaine de ce que l'on a pu appeler la Mécanique héréditaire.

Ces études, au point de vue mathématique, reposent sur la considération de certaines équations différentielles et intégro-différentielles. Elles n'intéresseront pas seulement les mathématiciens qui y rencontreront d'importants développements analytiques, mais aussi les naturalistes qui y trouveront des lois biologiques.

Ces Leçons de M. Volterra, faites l'année dernière à l'Institut Henri Poincaré, ont été rédigées par M. Marcel Brelot, et elles font partie de la collection des *Cahiers scientifiques* publiés sous la direction de M. G. Julia.

M. R. **Bourgeois** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie le Tome V du *Mémorial du Service géographique de l'Armée* (¹), entièrement consacré à l'histoire des travaux géodésiques et topographiques qui, depuis 1830 jusqu'à l'époque présente, ont édifié la Carte de notre grand domaine de l'Afrique du Nord.

« Le 13 juin 1830, le vaisseau *Breslau*, un des bâtiments qui avaient transporté de Toulon à Alger les troupes dé l'armée d'Afrique, mouillait le premier dans la baie de Sidi Ferruch.

» Il avait à son bord les officiers de la brigade topographique envoyée en Algérie pour suivre les opérations militaires. »

Ainsi que la suite des événements l'a montré, le 13 juin 1830 devait marquer une date mémorable dans les annales du Dépôt général de la Guerre. A partir de ce moment, les officiers d'état-major que le Dépôt avait détachés au corps expéditionnaire allaient, en effet, s'employer de la manière la plus active, au fur et à mesure de notre avance, à dresser la Carte provisoire des pays traversés par nos troupes.

Les opérateurs suivent pas à pas, dans des conditions souvent très dures, la marche de nos colonnes. Aussitôt que notre occupation a fait des progrès suffisants, ils reviennent dans les mêmes régions et, circulant désormais avec plus de facilité, ils reprennent leurs travaux, en vue d'améliorer par retouches successives les croquis qu'ils avaient tout d'abord dessinés à la hâte.

L'Ouvrage que je dépose sur le bureau de l'Académie et qui est consacré à l'histoire de la Cartographie militaire dans nos possessions algériennes, de 1830 à nos jours, fait une très large place aux travaux géographiques qui ont signalé cette première période qu'on peut sans hésitation qualifier d' « héroïque ».

Aux environs de 1830, grâce à des efforts sans cesse renouvelés, la Carte couvre, mais sous une forme encore approchée, toutes les régions du Tell. Maintenant que la paix règne jusqu'au rebord des hauts plateaux, le Dépôt

(¹) Imprimerie du Service géographique de l'Armée. Paris, 1930.

de la Guerre va orienter plus spécialement son activité vers des opérations méthodiques, se proposant l'établissement d'une carte exacte et complète.

En premier lieu, les triangulations fragmentaires, du type expédié, doivent faire place à un réseau continu, entièrement neuf et réalisé suivant les meilleures règles. En 1853, le capitaine Marel reconnaît, près de Blida, le long de la route qui monte à Koléa, l'emplacement de la base fondamentale et il en entreprend la mesure, avec l'appareil, très perfectionné pour l'époque, que le Dépôt vient de faire construire.

Dès lors, des déterminations géodésiques et astronomiques de haute précision vont être l'objet de nombreuses missions. Le terme n'en est plus éloigné : il ne reste plus à mesurer que quelques bases de contrôle à l'entrée du Sahara, où s'arrête l'enchaînement des triangles.

Est-il besoin de rappeler que nos confrères, le général F. Perrier et le général Bassot, parmi tant de savants officiers, ont pris une part notable aux travaux définitifs?

Quant aux levés proprement dits, bien qu'engagés à partir de 1867, ils n'ont pris toute leur ampleur qu'après 1880. On trouvera dans le deuxième Chapitre l'histoire de leur développement, ainsi que des indications générales sur l'évolution des méthodes techniques et sur les instruments employés par les topographes.

L'œuvre cartographique telle qu'elle avait été initialement conçue se trouve à peine terminée que des besoins nouveaux se font sentir. Le Gouvernement général de l'Algérie ne vient-il pas d'exprimer le désir de voir reprendre au $\frac{1}{50000}$ les parties du Tell et des hauts plateaux algériens acquises à la colonisation depuis moins de cinquante ans et pour lesquelles une carte à échelle deux fois moindre avait suffi jusqu'ici.

Les levés préparant le $\frac{1}{50000}$ vont donc devoir être poussés plus au Sud, pour couvrir des régions maintenant cultivées et peuplées.

Il va de soi cependant que la cartographie du Sahara proprement dit n'a pas de pareilles exigences. Comme il s'agit là d'un pays dont le caractère est assez particulier, les travaux qui la concernent ont été présentés dans un Chapitre séparé.

En dépit de tous les efforts déployés par les topographes dans les régions du Sud, il reste encore à parcourir toute la zone, presque aussi étendue que notre France continentale, qui englobe le Ahaggar, le Tanezrouft et les « ergs » reliant la frontière méridionale du Maroc aux confins de la Mauritanie.

Dans le cadre dont nous venons de tracer les grandes lignes, l'exposé

historique de la « Carte d'Algérie » résume tout un siècle de dur labeur. Le récit, largement écrit, est illustré de 75 planches : portraits d'anciens directeurs du Dépôt et du Service géographique, reproductions de cartes, etc. Deux annexes apportent à ce texte de précieuses précisions. On l'a fait suivre, en effet, du tableau des noms de tous les collaborateurs, au nombre de près d'un millier, qui dirigèrent les travaux sur le terrain ou constituèrent les brigades d'opérateurs. Une autre liste termine l'ouvrage : elle signale les cartes de reconnaissance, qui, en marge des cartes régulières actuellement en service, ont été rédigées ou publiées depuis cent ans, ces documents n'ayant rien perdu de leur intérêt historique.

Comme on le voit, aucune partie du sujet n'a été laissée dans l'ombre. Il convient donc de féliciter le général Bellot, directeur du Service géographique de l'Armée, de nous avoir donné, à une heure particulièrement bien choisie, une première étude d'ensemble, réellement complète, sur les Cartes d'Algérie, élevant ainsi, à l'occasion du centenaire, un monument digne d'eux à la mémoire de nos savants et courageux géographes militaires.

M. **P.-A. Dangeard** dépose sur le bureau, de la part de M. Lucien Daniel, Correspondant de l'Académie, un Ouvrage sur *la Greffe* en trois volumes, dont le dernier est accompagné d'un album renfermant plus d'une centaine de planches.

Ne pouvant analyser même brièvement une œuvre aussi considérable, M. P.-A. Dangeard se borne à indiquer le titre des principaux chapitres de l'Ouvrage et il émet le vœu qu'il se trouve parmi les botanistes et les physiologistes des chercheurs qui s'engagent dans la voie tracée par notre savant Correspondant.

CORRESPONDANCE.

M. **Jakob Eriksson** et Sir **Arnold Theiler**, élus Correspondants pour la Section d'économie rurale, adressent des remercîments à l'Académie.

Le **Recteur de l'École polytechnique fédérale de Zurich** envoie des

remercîments pour l'adresse qui a été dédiée par l'Académie à l'occasion du 75e anniversaire.

M. le Conservateur du **Musée d'histologie de l'hôpital Saint-Louis** adresse un rapport relatif à l'emploi de deux subventions accordées sur la fondation Loutreuil.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Souvenir.* Cinchona *tercentenary Celebration and Exhibition at the* Wellcome Historical Medical Museum.

2° Henri Besairie. *Recherches géologiques à Madagascar.*

3° A. Lafay. *Cours de Physique de l'École polytechnique.* Tome I : *Acoustique. Électricité.* (Présenté par M. Ch. Fabry.)

4° *Le cycle évolutif de scyphistome de Chrysaora, étude histophysiologique*, par Tchéou-Tai-Chuin. (Présentée par M. Mesnil.)

Mme **Edmée Chandon**, Mlle **Aimée Camus** ;

MM. **Henri Abraham**, **Pierre Allorge**, **Marc André**, **Lucien Andrieux**, **Marcel Aynaud**, **Albert Baldit**, **Frédéric Bataille**, **Jean Bathellier**, **Henri Baulig**, **Henri Bertrand**, **Paul Blum**, **Désiré Bois**, **Jean Bordas**, **Joseph Bougault**, **Georges Bourguignon**, **Augustin Boutaric**, **Robert Bureau**, **Élie Cartan**, **Raoul Combes**, **Lucien Cuénot**, **Louis Dangeard**, **Alexandre Dauvillier**, **Henri Delaunay**, **Georges Denigès**, **Arnaud Denjoy**, **Roger Douris**, **Émile Duchêne**, **Julien Dumas**, **Henri Fischer**, **Robert Forrer**, **Ian Alfred Galloway**, **Maurice Gignoux**, **Georges Giraud**, **Raymond Hovasse**, **Élie Ivanow**, **Raymond Jouaust**, **Maurice Kraïtchik**, **Henri Lagrange**, **Pierre Lamare**, **Léopold-Lévi**, **Maurice Leriche**, **Paul Le Rolland**, **Raoul-Michel May**, **Paul Mondain-Monval**, **Félix Ollivier**, **Robert Perret**, **Georges Poivilliers**, **Gustave Rappin**, **Gilbert Rougier**, **René Roy**, **Ernest Schaaf**, **Nicolas Stoyko**, **Jean Thibaud**, **Georges Valiron**, **Henry de Varigny**, **Alexandre Véronnet**, **Lucien Viborel**, **Henri Volkringer**, **Philippe Wehrlé**, **David Wolkowitsch**, **Ferruccio Zambonini** adressent des remercîments pour les distinctions accordées à leurs travaux.

Mme Vve **Cusco** adresse également des remercîments à l'Académie.

MM. le Directeur de la **Faune des Colonies françaises**, **Maurice Fontaine**, **Jean Lecomte**, **Joseph Magrou**, **Raymond Ricard**, **Jean Verge** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été attribuées pour leurs recherches, leurs publications ou leurs bibliothèques.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété relative à la déformation des surfaces.* Note [1] de M. **P. Vincensini**.

La présente Note a simplement pour objet l'établissement d'une propriété à laquelle peuvent se rattacher divers résultats relatifs à la déformation des surfaces ou aux systèmes cycliques, et dont j'étudierai ultérieurement quelques conséquences.

Soient (S) une surface quelconque, M l'un quelconque de ses points, (π) le plan tangent en M, D une droite *quelconque* normale à (π) en I. A chaque plan tangent à (S) correspond (arbitrairement) une droite D. L'ensemble des droites D constitue une congruence ($\mathcal{C}$).

Il est clair que l'on peut associer, par le procédé indiqué, une surface et une congruence absolument quelconques.

Si (S) se déforme *arbitrairement*, en entraînant les différentes droites D supposées invariablement liées aux plans (π) correspondants, *pour toutes les congruences* ($\mathcal{C}$) *obtenues le produit* $\overline{\mathrm{IF}} \times \overline{\mathrm{IF}'}$ (F *et* F' *étant les foyers situés sur* D) *est le même*.

Rapportons (S) au système formé par les courbes tangentes aux droites MI relatives à leurs différents points ($v =$ const.) et leurs trajectoires orthogonales ($u =$ const.). L'élément linéaire sera

$$ds^2 = \mathrm{E}\,du^2 + \mathrm{G}\,dv^2.$$

Désignons par x, y, z les coordonnées de M et envisageons le trièdre ayant pour arêtes les tangentes aux courbes $v =$ const., $u =$ const. et la normale en M, de cosinus directeurs X_i, Y_i, Z_i ($i = 1, 2, 3$).

En posant $\overline{\mathrm{MI}} = \xi$, on obtient pour les coordonnées du point P de D tel que $\overline{\mathrm{IP}} = \lambda(u, v)$:

$$\mathrm{X} = x + \xi \mathrm{X}_1 + \lambda \mathrm{X}_3; \qquad \mathrm{Y} = \ldots, \qquad \mathrm{Z} = \ldots,$$

En exprimant que lorsque u et v varient le déplacement de P est tangent

---

[1] Séance du 8 décembre 1930.

à D, et en utilisant les formules liant les X_i, Y_i, Z_i aux coefficients de la deuxième forme fondamentale de (S),

$$-\mathrm{S}\, d\mathrm{X}_3\, dx = \mathrm{D}\, du^2 + 2\mathrm{D}'\, du\, dv + \mathrm{D}''\, dv^2,$$

on trouve pour l'équation aux abscisses $\overline{\mathrm{IF}}$, $\overline{\mathrm{IF}'}$ des foyers portés par D,

$$(1)\quad \mathrm{K}\sqrt{\mathrm{EG}}\,\lambda^2 - \left[\frac{1}{\sqrt{\mathrm{E}}}\left(\sqrt{\mathrm{G}} + \frac{\xi}{\sqrt{\mathrm{E}}}\frac{\partial\sqrt{\mathrm{G}}}{\partial u}\right)\mathrm{D} - \frac{1}{\sqrt{\mathrm{G}}}\left(\frac{\partial\xi}{\partial v} - \frac{\xi}{\sqrt{\mathrm{E}}}\frac{\partial\sqrt{\mathrm{E}}}{\partial v}\right)\mathrm{D}' + \frac{1}{\sqrt{\mathrm{G}}}\left(\sqrt{\mathrm{E}} + \frac{\partial\xi}{\partial u}\right)\mathrm{D}''\right]\lambda + \left(\sqrt{\mathrm{E}} + \frac{\partial\xi}{\partial u}\right)\left(\sqrt{\mathrm{G}} + \frac{\xi}{\sqrt{\mathrm{E}}}\frac{\partial\sqrt{\mathrm{G}}}{\partial u}\right) + \frac{\xi}{\sqrt{\mathrm{G}}}\frac{\partial\sqrt{\mathrm{E}}}{\partial v}\frac{\partial\xi}{\partial v} = 0$$

(K = courbure).

Le produit des racines de (1) ne dépend [pour une congruence ($\mathcal{C}$) donnée] que de l'élément linéaire de (S). *Il reste donc bien invariable lorsqu'on déforme* (S) *arbitrairement.*

Pour $\xi = 0$, on a la propriété bien connue de la courbure.

Demandons-nous si l'on peut, en particularisant (S) et ($\mathcal{C}$), conserver par déformation une relation supplémentaire entre $\overline{\mathrm{IF}}$ et $\overline{\mathrm{IF}'}$. Une nouvelle relation entre $\overline{\mathrm{IF}}$ et $\overline{\mathrm{IF}'}$ fixe ces deux longueurs et la question peut se poser ainsi :

Existe-t-il des congruences ($\mathcal{C}$) *arbitrairement déformables avec* (S) *mais avec conservation des longueurs des différents segments focaux ?*

Il faut et il suffit que la somme des racines de (1) soit une fonction $f(u, v)$ ne dépendant que de l'élément linéaire de (S).

On doit donc avoir identiquement

$$(2)\quad \alpha\mathrm{D} + \beta\mathrm{D}' + \gamma\mathrm{D}'' - f(u, v)\mathrm{K}\sqrt{\mathrm{EG}} \equiv 0 \qquad [\text{voir (1) pour } \alpha, \beta, \gamma].$$

On déduit, en particulier, de la forme linéaire de (2),

$$f(u, v)\mathrm{K}\sqrt{\mathrm{EG}} = 0.$$

Il en résulte, le cas simple des développables mis à part, $f(u, v) \equiv 0$. (S) *est l'enveloppée moyenne de* ($\mathcal{C}$). Telle est l'unique relation *susceptible d'exister* entre (S) et ($\mathcal{C}$).

Je me réserve d'étudier les congruences arbitrairement déformables avec conservation des segments focaux, par déformation arbitraire de leur enveloppée moyenne.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Surfaces de Voss-Guichard.*
Note de M. **Bertrand Gambier.**

1. Voss a découvert (*Sitzungsberichte de Munich*, 18, 1888, p. 95-102) *les surfaces* V *admettant un réseau conjugué géodésique*. On doit : 1° trouver une solution de l'équation $\omega_{uv} = \cos\omega \sin\omega$; 2° trouver les coordonnées d'un point c, c', c'' de la sphère unité exprimées en u, v de façon à obtenir $S\,dc^2 = du^2 - 2\,du\,dv \cos 2\omega + dv^2$; 3° trouver une solution (M, N) du système $N_u = M_u \operatorname{tang}^2\omega$, $N_v = -M_v \operatorname{tang}^2\omega$, système équivalent à l'équation de Moutard $(M \operatorname{tang}\omega)_{uv} = M(\operatorname{tang}\omega)_{uv}$ suivie de la quadrature qui donne N ; 4° en posant $M = X + Y$, $N = X - Y$, les coordonnées x, y, z du point de V s'obtiennent par quadratures, car

$$-x_u \sin 2\omega = X_u(c_u + c_v \cos 2\omega), \qquad -x_v \sin 2\omega = Y_v(c_u \cos 2\omega + c_v).$$

La première forme de V est $S\,dx^2 = X_u^2 du^2 + 2 X_u Y_v du\,dv \cos 2\omega + Y_v^2 dv^2$ et la seconde, $-S\,dc\,dx = \sin 2\omega (X_u du^2 + Y_v dv^2)$.

2. Guichard a ensuite rattaché (*Annales de l'École Normale*, 3e série, 7, 1890, p. 233-264) la recherche des surfaces V à celle des surfaces générales Σ à courbure totale constante et des congruences rectilignes dont les focales sont touchées suivant un système de lignes de courbure par les développables de la congruence : ayant utilisé les deux premières opérations de Voss, on détermine une intégrale θ de l'équation de Moutard $\theta_{uv} = \theta \cos 2\omega$; la surface V est l'enveloppe du plan $cx + c'y + c''z = \theta$ et l'équation ponctuelle de Laplace du même réseau admet pour solutions particulières x, y, z, X, Y.

3. Ce n'est que plus tard, après la synthèse des travaux de MM. Cosserat, Demoulin, Tzitzéica, Bianchi sur la déformation d'une surface avec réseau conjugué persistant, que les géomètres remarquèrent que la correspondance entre V et Σ entraîne pour V la propriété d'admettre ∞^1 déformées V, où le réseau géodésique reste conjugué.

4. J'ai retrouvé tous ces résultats aux *Acta mathematica*, 51, 1927, p. 88-131. Remarquons que trouver une surface représentative d'un ds^2 donné, $E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2$, revient à déterminer les coefficients $\delta, \delta', \delta''$ de la seconde forme fondamentale $-S\,dc\,dx = \delta\,du^2 + 2\delta'\,du\,dv + \delta''\,dv^2$ par les équations de Gauss-Codazzi, dont une donne en termes finis $\delta\delta'' - \delta'^2$, tandis que les deux autres contiennent ces coefficients et leurs dérivées premières linéairement.

Si donc S_1 et S_2 sont deux surfaces représentatives, on peut se demander si, h et k étant constants, la combinaison $(h\delta_1 + k\delta_2,\ h\delta'_1 + k\delta'_2,\ h\delta''_1 + k\delta''_2)$ fournit une nouvelle surface : il est nécessaire et suffisant que l'on ait, avec une constante m, $\delta_1\delta''_2 + \delta''_1\delta_2 - 2\delta'_1\delta'_2 = m(\delta_1\delta''_1 - \delta'^2_2)$, et alors h, k sont simplement astreints à la relation $h^2 + 2mhk + k^2 = 1$; on obtient ainsi ∞^1 déformées de S_1, dites *associées* à S_1 ; en remplaçant l'associée S_2 de S_1 par S'_2, on obtient une nouvelle constante m', et il y a une surface et une seule, dite *adjointe* de S_1 qui donne $m = 0$, *de sorte que le réseau asymptotique de chaque surface devient conjugué sur l'autre*. On peut remarquer que *les ∞^1 surfaces associées ont un réseau conjugué commun : si on le prend comme réseau paramétrique, on constate immédiatement qu'il est géodésique, et réciproquement.*

5. J'ignorais, en rédigeant mon travail, que M. Eisenhart, dont on connaît les beaux travaux, avait posé aux *Transactions of the American Mathematical Society* (8, 1907, p. 113-134) un problème qui n'est qu'une partie de celui que j'avais abordé : le géomètre américain cherche deux surfaces applicables S_1, S_2 telles que le réseau asymptotique de chaque surface devienne conjugué sur l'autre : prendre le réseau asymptotique de S_1, par exemple, comme réseau paramétrique est une idée naturelle, mais en se bornant là, rien n'indique au chercheur que le réseau conjugué commun est géodésique, et en effet, malgré une abondance de résultats élégants, M. Eisenhart ne remarque pas qu'il indique des surfaces de Voss ; et même en 1914, au même Recueil (15, p. 245-265), M. Eisenhart étudie les transformations des surfaces de Voss, déduites des transformations étudiées par Bäcklund et Bianchi pour les surfaces à courbure totale constante, mais ne se doute encore pas que son Mémoire de 1907 traite de surfaces de Voss.

6. Voici des propriétés nouvelles : il est bien clair que si une surface S est obtenue en imposant à certaines lignes L de S des propriétés déterminées, donnant S par intégration d'équations aux dérivées partielles, tandis que les lignes L sont données par des équations différentielles, l'obtention d'une surface S particulière doit permettre de déterminer sur cette surface S les lignes L plus aisément que sur une surface quelconque. Ici, sur les surfaces V, il y a deux systèmes de lignes mises en évidence : le réseau conjugué et les lignes asymptotiques ; si les lignes asymptotiques sont imaginaires, le réseau conjugué est réel ; si les lignes asymptotiques sont réelles, le réseau conjugué est, suivant le cas, ou même suivant la région de la surface V, réel ou imaginaire conjugué. J'ai traité la question, contrairement aux chercheurs précédents, sans m'embarrasser de cette

distinction, au fond accessoire, mais en indiquant les propriétés géométriques qui changent d'un cas à l'autre.

Si la surface S_1 est connue, explicitement ou intrinsèquement, *le réseau conjugué et le réseau asymptotique s'obtiennent par quadratures* (ainsi que les asymptotiques sur les associées). Il suffit en effet de rapporter S_1 à ses lignes géodésiques conjuguées, comme je l'ai fait, puis à ses lignes asymptotiques, comme M. Eisenhart, pour obtenir des combinaisons invariantes des formes fondamentales de S_1 et de l'adjointe S_2 qui donnent le premier membre des équations différentielles de ces lignes comme formes différentielles à courbure nulle : ces formes s'obtiennent, quel que soit le système paramétrique employé *a priori*. F_1, F_2, F_3 étant les trois formes fondamentales de S_1; Φ_1, Φ_2, Φ_3 celles de S_2 (obtenues par calculs d'élimination et différentiation à partir de celles de S_1, d'ailleurs $\Phi_1 \equiv F_1$), l'angle 2ω s'obtient par différentiations, ainsi que dX et dY : l'expression $\frac{F_3 + \Phi_3}{\cos 2\omega}$ est la forme annoncée pour le système géodésique; pour les asymptotiques, une étude détaillée des formes F_1, F_2, F_3, Φ_2, Φ_3, étude que je développerai dans un Mémoire ultérieur, permet d'arriver au résultat que j'énonce.

ALGÈBRE. — *Nouvelle démonstration et généralisation d'un théorème de Minkowski.* Note de M. **J. Herbrand**, présentée par M. J. Hadamard.

1. Minkowski (¹) a démontré le théorème suivant :

Si un corps est galoisien par rapport au corps des nombres rationnels k, on peut y déterminer une unité ε, telle que le groupe des unités engendrées par ε et ses conjuguées soit d'indice fini par rapport au groupe de toutes les unités.

Nous allons donner une nouvelle démonstration de ce théorème, et le généraliser au cas où k est quelconque : nous verrons qu'on peut le déduire du théorème de Dedekind relatif au nombre des unités, grâce à un raisonnement s'appuyant sur la théorie des groupes, en particulier sur la théorie des caractères de Frobenius.

2. Soient donc k un corps de degré N par rapport au corps des nombres rationnels et un corps K galoisien et de degré n par rapport à k. Soient

(¹) *Zur Theorie des Einheiten in der algebraischen Zahlkörper* (*Göttinger Nachrichten*, 1900, p. 90-94).

k_1, k_2, ..., $k_{\rho_1+\rho_2}$, $k'_{\rho_1+\rho_2+1}$, ..., $k'_{\rho_1+\rho_2+r_2}$, $k''_{\rho_1+\rho_2+1}$, ..., $k''_{\rho_1+\rho_2+r_2}$ les différents conjugués de k ($\rho_1+\rho_2+2r_2=N$). A chacun d'eux correspond un conjugué de K auquel on donnera le même indice, la transformation qui fait passer de K_i à K_j, remplaçant k_i par k_j. Les indices sont choisis de manière que :

a. Pour $i \leqq \rho_1$, k_i et K_i sont réels;

b. Pour $\rho_1 < i \leqq \rho_1+\rho_2$, k_i est réel et K_i imaginaire;

c. Pour $i > \rho_1+\rho_2$, k'_i et k''_i sont imaginaires conjugués; il en est donc de même de K'_i et K''_i.

Si $\rho_2 \neq 0$, n est pair; nous poserons alors $n=2n'$.

Les groupes des K_i par rapport aux k_i sont isomorphes entre eux (cet isomorphisme est défini a un automorphisme intérieur près; nous choisirons arbitrairement pour chaque indice un isomorphisme déterminé). Soit G un de ces groupes. k_i étant réel, et K_i imaginaire, K_i est de degré 2 par rapport au plus grand corps réel compris entre k_i et K_i; à ce corps correspond un sous-groupe de G composé de 1 et de σ_i (avec $\sigma_i^2=1$).

D'après le théorème de Dedekind, k possède $e=\rho_1+\rho_2+r_2-1$ unités fondamentales indépendantes, et K en possède $E=(\rho_1+r_2)n+\rho_2\frac{n}{2}-1$. Dans chacun de ces corps, ces unités engendrent un sous-groupe d'indice fini du groupe de toutes les unités. Convenons que désormais $a=b$ signifiera que $a:b$ est une racine de l'unité; on a alors le théorème suivant :

THÉORÈME. — *On peut déterminer dans* K, $\rho_1+\rho_2+r_2$ *systèmes d'unités* $\varepsilon_1^{(x)}$, $\varepsilon_2^{(x)}$, ..., $\varepsilon_n^{(x)}$ ($x=1, 2, \ldots, \rho_1+\rho_2+r_2$), *tels que :*

1° *Toutes les unités d'un même système soient les différentes conjuguées d'une d'entre elles.*

2° *Si* $\rho_1 < i \leqq \rho_1+\rho_2$, *en supposant* $\sigma_i\varepsilon_j^{(i)}=\varepsilon_{j+n'}^{(i)}$, *on a* $\varepsilon_j^{(i)}=\varepsilon_{j+n'}^{(i)}$.

3° *Désignons par* $\overline{H}_1$, $\overline{H}_2$, ..., $\overline{H}_{E+1}$ *les unités* $\varepsilon_i^{(x)}$ ($i \leqq n'$, *si* $\rho_1 < x \leqq \rho_1+\rho_2$: *ces unités sont bien au nombre de* $E+1$); *alors il y a* E *de ces unités qui sont indépendantes; elles engendrent donc un sous-groupe d'indice fini du groupe de toutes les unités.*

3. Pour démontrer ce théorème, considérons un système d'unités fondamentales de K, soit H_1, H_2, ..., H_E; α étant une substitution quelconque de G, on aura

$$\alpha H_i = \prod_{j=1}^{j=E} H_j^{a_{ij}},$$

avec des a_{ij} entiers. Les matrices (a_{ij}) forment alors un groupe de matrices

isomorphe à G, que l'on peut aussi considérer comme un groupe de substitutions linéaires des $\log|H_i|$; c'est cette représentation linéaire de G que nous allons étudier.

a. $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ désignant les substitutions de G, appelons A la représentation obtenue en faisant correspondre à β la matrice (ε_{ik}) telle que $\varepsilon_{ik} = 1$ ou 0 suivant que l'on a $\alpha_k = \beta\alpha_i$ ou non : c'est au fond un groupe de permutations des α_i, la permutation correspondant à β faisant passer de α_i à $\beta\alpha_i$.

b. Si n est pair, σ_i étant tel que $\sigma_i^2 = 1$, les substitutions de G peuvent s'écrire $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_{n'}, \mu_1\sigma_i, \ldots, \mu_{n'}\sigma_i$; un couple $(\mu_j, \mu_j\sigma_i)$ par multiplication par β donne un couple $(\mu_k, \mu_k\sigma_i)$ tel que $\mu_k = \beta\mu_j$ ou $\beta\mu_j\sigma_i$. Posons $\eta_{jk} = 1$ pour un tel couple j, k, et sans cela $\eta_{jk} = 0$. Les matrices (η_{jk}) forment alors une représentation β_i de G; on voit sans peine que c'est ce que Frobenius a appelé la représentation de G engendrée par la représentation unité du groupe $(1, \sigma_i)$; on peut la considérer comme un groupe de permutations des couples $(\mu_j, \mu_j\sigma_i)$, la permutation correspondant à β faisant passer de $(\mu_j, \mu_j\sigma_i)$ à $(\beta\mu_j, \beta\mu_j\sigma_i)$.

c. Soit enfin C_0 la représentation unité de G telle qu'à tout élément de G corresponde la matrice unité (1).

Posons (¹)

$$X_{K,k} = (\rho_1 + r_2)A + B_{\rho_1} + B_{\rho_1+1} + \ldots + B_{\rho_1+\rho_2-1},$$

c'est là une expression qui sera définie pour tout couple de corps K, k (K galoisien sur k). On voit comment elle est fabriquée : chaque conjugué réel de k, tel que le conjugué correspondant de K soit réel, donne lieu à un A; il en est de même de chaque couple de conjugués imaginaires de K; enfin chaque conjugué réel de k, tel que le conjugué correspondant de K soit imaginaire, donne lieu à un B_i.

Le théorème énoncé plus haut revient à l'affirmation de l'équivalence de $H + C_0$ et de $X_{K,k}$. Dans ce cas, en effet, il y aura une matrice $B = (b_{ik})$ (on peut supposer les b_{ik} entiers rationnels) de degré $E + 1$ et de déterminant différent de 0, telle que $B(H + C_0)B^{-1} = X_{K,k}$. Posons alors

$$H_{E+1} = 1 \quad \text{et} \quad H'_i = \prod_{k=1}^{k=E+1} H_k^{b_{ik}}.$$

(¹) Nous désignons comme à l'habitude par M + N la représentation $\begin{pmatrix} M & O \\ O & N \end{pmatrix}$.

On aura $\alpha H'_i = \prod_{(k)} H'^{c_{ik}}_k$, la matrice (C_{ik}) étant celle que $X_{K,k}$ fait correspondre à α. On voit dès lors que les H'_i forment un système d'unités satisfaisant au théorème. Il n'y a entre elles essentiellement qu'une seule relation multiplicative, à savoir $\prod_{(k)} H'^{b'_{ik}}_k =$, si $B^{-1} = (b'_{ik})$.

Nous montrerons dans une prochaine Note comment l'équivalence de $H + C_0$ et de $X_{K,k}$ résulte de considérations empruntées à la théorie des groupes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation des parenthèses de Poisson-Jacobi.* Note [1] de M. **Kourensky**, transmise par M. Appell.

L'essai d'étendre les parenthèses de Poisson-Jacobi aux équations aux dérivées partielles du premier ordre avec plusieurs variables indépendantes $x_1, \ldots, x_m$ et des variables $z_1, z_2, \ldots, z_n$ qui en dépendent, appartient a MM. L. Tanner et S. Lie [2]. Je veux exposer la généralisation des parenthèses; elle m'avait conduit à la méthode d'intégration des équations aux dérivées partielles du premier et du second ordre avec plusieurs variables non indépendantes $z_1, \ldots, z_n$ [3].

Après les recherches de M. C. Bourlet, M. von Weber [4] avait donné l'idée pour obtenir les conditions de compatibilité du système des $\mu n + \nu$ équations :

$$(1) \quad F_g(x_1, \ldots, x_m, z_1, \ldots, z_n, p'_1, p'_2, \ldots, p^n_m) = 0 \qquad (g = 1, \ldots, \mu n + \nu);$$

$$1 \leq \mu \leq m - 1; \qquad 0 \leq \nu \leq n - 1; \qquad p^k_i = \frac{\partial z_k}{\partial x_i} \qquad (i = 1, \ldots, m;\ k = 1, \ldots, n).$$

Les conditions de compatibilité du système précédent se réduisent à l'égalité aux zéros de tous les déterminants d'ordre σ de la matrice des ρ lignes horizontales et des τ colonnes [5], où

$$\sigma = (m - \mu)\nu + \frac{1}{2}\mu n(2m - \mu + 1) + 1; \quad \rho = m(\mu n + \nu); \quad \tau = \frac{1}{2}m(m + 1)n + 1;$$

---

(1) Séance du 20 octobre 1930.

(2) L. Tanner, *Proceedings of the Lond. Math. Soc.*, 11, 1880, p. 72. — S. Lie, *Gesam. Abh.*, Bd 3, 1922, p. 394-396 et 728.

(3) M. Kourensky, *Mémoires de l'Acad. d'Ukraine*, 5, 1927, p. 142; *Rendiconti d. R. Ac. N. dei Lincei*, 10, 1929; *Sitzungsberichte Ševčenko Gesellsch.*, Lemberg, H. 11, 1929, p. 11; *Proceedings of the Lond. Math. Soc.*, 1930; *Annali di Mat.*, 1930.

(4) E. von Weber, *Math. Annalen*, 49, 1897, p. 544.

(5) E. von Weber, *loc. cit.* — M. Kourensky, *Mémoires...*, p. 68-79.

les éléments de la matrice sont ${}_gX_h$ et ${}_gP^k_i$:

$$ {}_gX_h = \frac{\partial F_g}{\partial x_h} + \sum_{l=1}^{n} \frac{\partial F_g}{\partial z_l} p^l_h; \qquad {}_gP^k_i = \frac{\partial F_g}{\partial p^k_i} \qquad (h = 1, \ldots, m). $$

Le cas général. — Pour que tous les déterminants d'ordre σ soient nuls, il est nécessaire et suffisant que, supposant un des déterminants Δ d'ordre $\sigma - 1$ différent de zéro, soient nuls les $(\rho - \sigma + 1)(\tau - \sigma + 1)$ déterminants d'ordre σ, formés par l'adjonction à Δ d'une des lignes horizontales et d'une des colonnes restantes (¹). Par les significations

$$ \begin{Vmatrix} {}_1P^1_i & \ldots & {}_1P^n_i \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ {}_qP^1_i & \ldots & {}_qP^n_i \end{Vmatrix} = (i), \qquad q\left\{ \begin{Vmatrix} \overbrace{0 \quad \ldots \quad 0}^{n} \\ \ldots \quad \ldots \quad \ldots \\ 0 \quad \ldots \quad 0 \end{Vmatrix} \right. = 0; \qquad q = \mu n + \nu, $$

notre matrice s'écrira de la manière suivante :

${}_1X_1$ ... ${}_qX_1$	(1) (2) (3) ... (m)	o o ... o	o ... o	...	o
${}_1X_2$ ... ${}_qX_2$	o (1) o ... o	(2) (3) ... (m)	o ... o	...	o
${}_1X_3$ ... ${}_qX_3$	o o (1) ... o	o (2) ... o	(3) ... (m)	...	o
...	. . ..	. . ... .	... ...	...	.
${}_1X_m$ ... ${}_qX_m$	o o o ... (1)	o ... (2)	o ... (3)	...	(m)

Nous avons les conditions de la première catégorie qui ont les éléments de la première colonne, et les conditions de la deuxième catégorie qui ont les éléments d'autres colonnes. Pour le mineur Δ des quelques $\sigma - 1$ colonnes, excepté la première, *nous aurons une seule condition de la première catégorie en cas* $\sigma = \rho$, c'est-à-dire : $\nu = 0$, $n = 1$, $\mu = 2$ et $\mu = 1$, $\nu = 1$, $q = n + 1$.

Le premier cas particulier. — Pour le système

$$ F_1(x_1, \ldots, x_m, z, p_1, \ldots, p_m) = 0; \qquad F_2(\ldots) = 0, $$

(¹) H. Weber, *Lehrbuch der Algebra*, Bd I, Braunschweig, 1899, p. 103-104.

la limitation $\Delta \neq 0$ conduit aux $\frac{\partial F_g}{\partial p_i} \neq 0$, $\frac{\partial(F_1, F_2)}{\partial(p_i, p_j)} \neq 0$, et nous avons $[F_1, F_2] = 0$, ou $(F_1, F_2) = 0$; toutes les conditions de la deuxième catégorie donnent les zéros identiques.

Le deuxième cas particulier. — Pour le système de deux équations *avec les dérivées d'une seule fonction* z_k,

$$F_1(x_1, \ldots, x_m, z_1, \ldots, z_n, p_1^k, \ldots, p_m^k) = 0; \qquad F_2(\ldots) = 0,$$

nous obtiendrons la généralisation des parenthèses de Poisson-Jacobi sous forme $\{F_1, F_2\} = 0$, où nous avons $\frac{dF}{dx_i} = \frac{\partial F}{\partial x_i} + \sum k \frac{\partial F}{\partial z_k} p_i^k$, au contraire de MM. Königsberger, E. von Weber et d'autres savants, que le système des n équations avec n fonctions est toujours compatible ([1]).

Le troisième cas particulier. — Pour le système des n équations avec n fonctions inconnues, qui contiennent *des dérivées* p_i^k *des fonctions* $z_1, \ldots, z_n$, nous avons $\mu = 1$, $\nu = 0$, $\sigma > \rho$; le système est compatible.

Le quatrième cas particulier. — Pour le système

$$F_g(x_1, \ldots, x_m, z, p_1, \ldots, p_m) = 0 \qquad (g = 1, \ldots, q),$$

on peut former *les conditions pour chaque* 3, 4, ..., *d'équations;* alors les parenthèses s'écriront sous forme nouvelle. *Par ex.*, les 3 conditions pour

$$F_1(x_1, x_2, x_3, z, p_1, p_2, p_3) = 0; \qquad F_2(\ldots) = 0; \qquad F_3(\ldots) = 0:$$

$$D\left(\frac{F_1F_2F_3}{x_3p_2p_3}\right) D\left(\frac{F_1F_2}{p_1p_2}\right) D\left(\frac{F_1F_2}{p_1p_3}\right) + D\left(\frac{F_1F_2F_3}{x_3p_1p_3}\right) D\left(\frac{F_1F_2}{p_1p_2}\right) D\left(\frac{F_1F_2}{p_3p_2}\right) + \\ + D\left(\frac{F_1F_2}{p_1p_2}\right) D\left(\frac{F_1F_2F_3}{p_1p_2p_3}\right)\left[D\left(\frac{F_1F_2}{x_1p_1}\right) + D\left(\frac{F_1F_2}{x_2p_2}\right)\right] = 0, \ldots$$

c'est-à-dire $[F_1, F_2] = 0, \ldots,$

ASTRONOMIE. — *Sur le terme* K *des vitesses radiales.*
Note de M. **Henri Mineur**, présentée par M. Ernest Esclangon.

1. Lorsqu'on développe en série de fonctions sphériques la vitesse radiale moyenne des astres, on constate que le développement contient une constante, appelée terme K, qui ne peut s'expliquer, ni par le mouvement du Soleil, ni par la rotation d'ensemble des étoiles.

([1]) L. Königsberger, *Crelle Journ.*, 109, 1892, p. 261; E. von Weber, *Math. Annalen*, 49, 1897, p. 544; Hamburger, *Crelle Journ.*, 100, 1886, p. 390.

Pour les astres très éloignés, comme les amas globulaires et les nébuleuses spirales, ce terme est proportionnel à la distance et s'explique par l'hypothèse de l'univers fermé de De Sitter.

Nous avons calculé avec l'aide de M[lle] Delaveau, le terme K pour les étoiles de vitesses radiales connues, en classant celles-ci par types spectraux, par distances au Soleil et par latitudes galactiques. Nous avons également tenu compte, dans cette étude, des déterminations effectuées par d'autres astronomes, particulièrement par Plaskett et Pearce (*M. N. of R. A. S.*, 90, III, janvier 1930, p. 243).

2. Pour les étoiles B, le terme K est indépendant de la latitude galactique, mais il dépend de la magnitude apparente :

Magnitude apparente....	4.	5.	6.	6,5.	7,5.	8.	9.
Terme K............	+5,8	+5,2	+4,3	+3,9	+1,1	+1,3	+2,3

Lorsque la magnitude augmente, le terme K décroît d'abord, il passe par un minimum vers la magnitude 7,5, puis augmente.

Nous proposons l'interprétation suivante :

3. Les étoiles B brillantes appartiennent au système local, elles ont tendance à se disperser dans l'espace, en sorte que, pour ces astres, le terme K traduit réellement un mouvement centrifuge d'ensemble.

Shapley (*Proced. Nat. Acad. Washington*, 59, IX, mars 1924, p. 215) a évalué approximativement la proportion d'étoiles B de chaque magnitude apparente appartenant au système local; nous en avons déduit les valeurs de K pour les étoiles B :

Magnitude....................	4.	5.	6,0.	6,5.	7,0.
Proportion, pour 100, d'étoiles B appartenant au système local.	100	90	70	60	20
Terme K....................	+5,8	+5,7	+5,7	+5,2	+8

Ces nombres, et particulièrement le dernier, ne sont qu'approchés.

On voit que le système local des étoiles B se disperse avec une vitesse supérieure à 5 km/sec.

4. Pour les étoiles B extérieures au système local le terme K est un effet de la courbure de l'univers, effet insensible aux petites distances. Il est proportionnel à la distance moyenne r de ces astres évaluée au moyen de la rotation galactique :

Distance en parsecs..........	500.	800.	1000.	1500.
Terme K..................	+1,1	+1,3	+2,3	+3,2

on a

$$K = a.r,$$

où

$$a = +0,0025 \text{ km/sec}^{-1} \text{ parsec}^{-1};$$

ce coefficient est voisin de celui que Strömberg a déduit de l'étude des amas globulaires, mais il est cinq fois plus élevé que le coefficient trouvé par Hubble au moyen des nébuleuses spirales.

5. Pour les autres types spectraux, le terme K est voisin de zéro en moyenne; il semble diminuer lorsqu'on s'éloigne du Soleil.

Distance moyenne.	30.	60.	80.	100.	160.	250.	Moyennes.
Étoiles A.......	−0,35	−0,15	−0,28	−0,19	−1,46	–	−0,48
Étoiles F.......	+0,90	+1,09	+0,75	−1,45	−1,56	–	−0,06
Géants des types (G, K, M).....	–	+1,21	+1,28	+0,11	−0,34	−0,11	+0,43

6. Considérons maintenant les étoiles de tous types spectraux; soit Z la composante suivant la direction du pôle galactique nord du mouvement moyen des étoiles situées à la cote z au-dessus du plan galactique. Nous avons déterminé Z de $z = -200$ parsecs à $z = +200$ parsecs.

z (parsecs).	−250.	−200.	−150.	−100.	−50.	+50.	+100.	+150.	+200.	+250.
Z km/sec.	−2,7	−5,6	−6,0	−7,1	−6,8	−6,0	−7,6	−8,4	−8,3	−9,6

On voit que Z dépend de z; sa variation est assez bien représentée par

$$Z = -\alpha z + \beta,$$

où

$$\alpha = 0,0075 \text{ km/sec.}^{-1} \text{ par sec}^{-1}, \qquad \beta = -6,6.$$

On en déduit que le système stellaire qui nous entoure a tendance à s'aplatir suivant la ligne des pôles galactiques.

ASTROPHYSIQUE. — *Étude photométrique de la couronne solaire pour des radiations situées dans le rouge et le proche infrarouge.* Note de M. **André Lallemand**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Les clichés ayant servi à cette étude ont été obtenus lors de l'éclipse totale du 9 mai 1929 à Poulo Condore par la mission de l'Observatoire de Strasbourg [reproduits en planche hors texte (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 1190, *fig.* 1 et 2)].

Une première chambre, photographique munie d'un objectif de 16^{cm} d'ouverture et

de $1^{m},30$ de distance focale travaillait sur plaques Ilford Special Panchromatic, et Panchromatiques Guilleminot. Contre la plaque était disposé un verre rouge foncé d'Iéna (R. G. 5). La sensibilité du système plaque-écran était nulle pour toute longueur d'onde inférieure à 6550 Å et supérieure à 7300 Å; elle présentait un maximum aigu vers 6720 Å.

Une deuxième chambre, munie d'un objectif Voïgtländer de 8^{cm} de diamètre et de 20^{cm} de distance focale, utilisait des plaques Lumière Micro sensibilisées la veille de l'éclipse par une solution fraîche de néocyanine. Pour éviter l'emploi d'écrans de gélatine, qui n'auraient pu supporter la chaleur et l'humidité des pays tropicaux, j'ai associé deux verres d'Iéna B. G. 3 et R. G. 2. La sensibilité de la plaque associée à cet écran est maximum pour 8300 Å; elle s'étend de 7350 Å jusqu'à 8600 Å.

Aussitôt après l'éclipse, les clichés ont reçu une échelle de lumière. Une lampe étalon alimentée d'après la méthode proposée par M. Ribaud (*Revue d'Optique*, 5, 1926, p. 323) pouvait éclairer au travers de leur écran respectif et d'un coin photométrique une bande non encore exposée des plaques. Pour obtenir la constante du coin relative aux radiations employées, deux poses de 32^{s} correspondant à deux distances différentes et connues furent faites sur chaque plaque. La durée de chaque pose était égale à celle effectuée sur la couronne elle-même.

Sur mes clichés, le fond du ciel est complètement éteint, les plaques étant parfaitement transparentes en dehors de l'image même de la couronne. Quant à l'action de la diffusion photographique, on peut juger de son importance en mesurant le noircissement sur les bords intérieurs de la Lune. Les corrections de diffusion étant très aléatoires, je n'ai fait aucune mesure sur des points situés à moins de 1,45 rayon solaire compté à partir du centre, pour les clichés en lumière rouge, tandis que j'ai pu utiliser la totalité des points des clichés infrarouges.

J'ai admis que deux éléments d'une même plaque ayant même densité optique ont reçu deux éclairements égaux, les temps de pose l'étant aussi. J'ai pu déterminer ainsi la variation de brillance de la couronne suivant une direction radiale, en choisissant des régions telles que les jets de lumière coronale soient également radiaux. Je suis arrivé aux résultats suivants, représentés par la figure ci-contre.

Le logarithme de la brillance (B) d'un élément de la couronne décroît proportionnellement à sa distance (ρ) au centre du Soleil. On peut écrire :

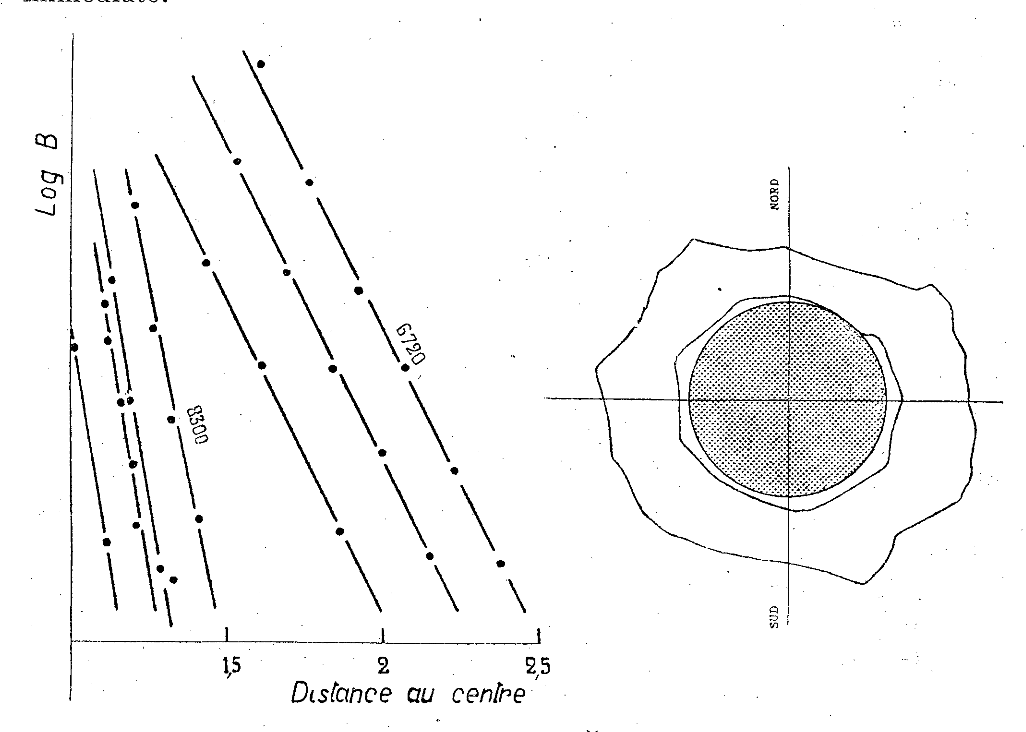
$$\log B = \alpha\rho + \log B_0.$$

Pour une même longueur d'onde, α est constant et indépendant de la région explorée : le parallélisme des droites obtenues est remarquable :

$$\alpha = -1 \qquad \text{pour } \lambda = 6720\,\text{Å}$$
$$\alpha = -2,7 \qquad \text{pour } \lambda = 8300\,\text{Å}$$

Sur la figure on a décalé les courbes relatives aux radiations infrarouges

par rapport aux courbes obtenues en lumière rouge. En réalité, on doit faire subir au faisceau des droites infrarouges une translation vers le haut. Alors il apparaît, si toutefois il est légitime d'extrapoler les droites, que pour $\rho = 1,25$ environ (exprimé en rayon solaire), la température de couleur de la couronne, relative aux radiations 6720 Å et 8300 Å est la même que celle de la lampe étalon, soit 1800° K. Si l'on s'écarte davantage du Soleil, par suite de la décroissance très rapide de l'émission infrarouge la température de couleur ainsi définie tend rapidement vers l'infini. Pas plus que l'indice de couleur, elle n'est susceptible d'une interprétation physique immédiate.



La couronne n'émet des radiations dans l'infrarouge qu'au voisinage immédiat du Soleil; cette émission diminue d'autant plus rapidement que la longueur d'onde est plus grande. Il serait désirable de connaître cette loi de décroissance en fonction de la longueur d'onde.

J'ai obtenu une courbe d'égale brillance en lumière rouge et une autre en lumière infrarouge. L'axe de brillance minimum ne se trouve pas confondu avec l'axe du Soleil mais est incliné d'environ 6° sur lui; on peut remarquer que l'axe magnétique du Soleil fait aussi un angle de 6° avec son axe de rotation.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations de M. Dirac, du type elliptique*. Note de M. **Gr. C. Moisil**, présentée par M. Hadamard.

Soient ψ_α un système de $r=2^k$ fonctions et $\gamma_i (i=1, \ldots, m)$ un système de m matrices à r lignes et r colonnes, qui satisfont aux équations de M. Dirac

$$\gamma_i\gamma_j+\gamma_j\gamma_i=2\,\delta_{ij}e \tag{1}$$

où $\delta_{ij}=0$ si $i\neq j$ et $\delta_{ij}=1$ si $i=j$; e est la matrice unité.

Considérons le système d'équations aux dérivées partielles

$$F\psi=\Psi, \tag{2}$$

où

$$F=\Sigma\gamma_i\frac{\partial}{\partial x^i}. \tag{3}$$

En vertu de (1) on conclut que

$$F^2=e\,\Delta, \tag{4}$$

donc

$$\Delta\psi=F\Psi. \tag{5}$$

Le système (2) dans lequel les Ψ_α sont des fonctions des ψ_α est souvent rencontré dans les problèmes de Physique mathématique. Si $r=2$, Ψ est la dérivée aréolaire de ψ; pour $r=4$, on obtient (avec $\psi_1\equiv 0$) les équations de la théorie des tourbillons, etc. Dans la théorie de l'électricité et dans la mécanique ondulatoire on rencontre des systèmes analogues du type hyperbolique.

On peut établir pour le système (2) une relation analogue à la formule de Green.

Si $(u_1, \ldots, u_m)$ sont les composantes d'un vecteur, écrivons

$$(u.\gamma)=\Sigma\,u_i\gamma_i \tag{6}$$

et remarquons que

$$(u.\gamma)(v.\gamma)+(v.\gamma)(u.\gamma)=2(u.v), \tag{7}$$

où $(u.v)$ est le produit scalaire $\Sigma u_i v_i$. Appelons Γ le tenseur symétrique gauche $\Gamma_{ik}=\gamma_i\gamma_k$, $\Gamma_{ii}=0$ et soit

$$(\mathrm{rot}\,u.\Gamma)=\sum_{(i,j)}\mathrm{rot}_{ij}u\,\Gamma_{ij}. \tag{8}$$

On voit facilement que si Σ est la frontière du domaine Ω, n la normale intérieure à Σ,

$$(9) \quad \int_\Sigma (u.\gamma)(n.\gamma)\psi\, d\sigma + \int_\Omega (u.\gamma)\, F\psi\, d\omega + \int_\Omega [e \operatorname{div} u - (\operatorname{rot} u.\Gamma)]\psi\, d\omega = 0.$$

De cette relation, en posant

$$(10) \qquad u = \operatorname{grad} \frac{1}{\overline{MP}^{m-2}},$$

on tire par les procédés habituels, lorsque P est dans Ω,

$$(11) \qquad s_m \psi_P = \int_\Sigma \frac{(\overrightarrow{MP}.\gamma)}{\overline{MP}^m}(n_M.\gamma)\psi_M\, d\sigma_M + \int \frac{(\overrightarrow{MP}.\gamma)}{\overline{MP}^m} F\psi_M\, d\omega_M,$$

où s est l'aire de la sphère unité dans l'espace à m dimensions. Si P est à l'extérieur de Ω,

$$(12) \qquad O = \int_\Sigma \frac{(\overrightarrow{MP}.\gamma)}{\overline{MP}^m}(n_M.\gamma)\psi_M\, u\sigma_M + \int_\Omega \frac{(\overrightarrow{MP}.\gamma)}{\overline{MP}^m} F\psi_M\, d\omega_M;$$

lorsque le point P est sur la frontière Σ,

$$(13) \qquad \frac{s_m}{2}\psi_P = \int_\Sigma \frac{(\overrightarrow{MP}.\gamma)}{\overline{MP}^m}(n_M.\gamma)\psi_M\, d\sigma_M + \int_\Omega \frac{(\overrightarrow{MP}.\gamma)}{\overline{MP}^m} F\psi_M\, d\omega_M.$$

Ce système d'équations intégrales est fondamental dans l'étude du système (2).

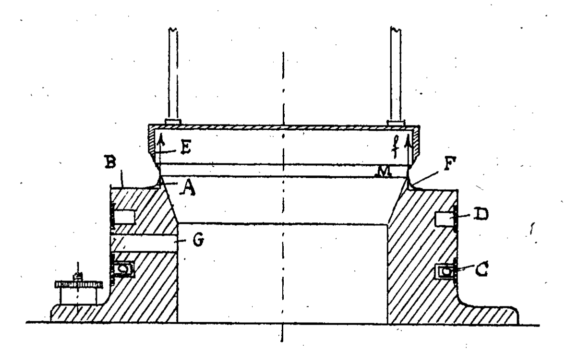
CAPILLARITÉ. — *Appareil de mesure de la tension superficielle des liquides.* Note (¹) de M. **Marcel Chopin**, présentée par M. A. Cotton.

Les appareils généralement employés actuellement pour la mesure des tensions superficielles sont basés sur la méthode bien connue de l'arrachement d'un disque ou d'un anneau. Ils fournissent directement la valeur de la tension superficielle, à la suite d'une mesure rapide et relativement simple. Leur précision est subordonnée principalement à la mesure correcte de l'effort maximum, et la méthode d'arrachement n'est applicable que si la nappe liquide est grande par rapport aux dimensions de l'anneau ou du

(¹) Séance du 8 décembre 1930.

disque. Ces appareils, et en particulier le tensiomètre de M. Lecomte du Nouy, ont permis de faire des constatations intéressantes dans les laboratoires de physiologie. Leur application n'y est cependant pas toujours possible, car les quantités de liquide disponibles peuvent être très minimes.

J'ai étudié, sur la demande de M. L. Blaringhem, un appareil de mesure des tensions superficielles applicable à la très petite quantité de sève ou de latex susceptible d'être extraite en quelques minutes de certains végétaux. L'organe principal de cet appareil est représenté par la figure ci-dessous.



J'ai substitué à la large nappe des tensiomètres à arrachement la couronne liquide F que l'on forme au voisinage de l'intersection d'un cylindre A de très faible hauteur, et d'un plan horizontal B, appartenant à un bloc métallique renfermant la résistance électrique de chauffage C, et un canal D parcouru par un courant d'eau à température constante. Un deuxième cylindre E, dont le diamètre intérieur est un peu supérieur à celui du cylindre A, est suspendu à un fléau de balance, et dans la position de repos il pénètre dans la couronne liquide F. Lorsque l'on exerce un effort croissant à l'autre extrémité du fléau, le cylindre E s'élève au-dessus de A, et lorsque son bord inférieur quitte la couronne F, il entraîne une membrane liquide mince M. Cette membrane constitue une surface de révolution qui aboutit d'une part à l'extrémité inférieure du cylindre mobile E, et d'autre part à l'extrémité supérieure du cylindre A. Des orifices tels que G, pratiqués dans le bloc et dans E, permettent le libre accès de l'air.

Les pressions qui s'exercent de part et d'autre de cette membrane sont égales, et l'on sait que cette surface de révolution prend alors la forme d'un caténoïde. La mesure est faite lorsque la membrane vient se raccorder tangentiellement au cylindre A, soit pour un écartement convenable, fixé par construction, des cylindres A et E. Les forces capillaires qui s'exercent

tangentiellement aux deux couches moléculaires qui limitent la membrane, immédiatement au-dessus du cylindre A, sont alors verticales, et leur résultante équilibre l'effort de traction mg. On a $2\alpha n\mathrm{D} = mg$, $\alpha =$ coefficient de tension superficielle en dynes, D diamètre du cylindre A en centimètres.

L'effort progressif de traction peut être réalisé de différentes manières, et très simplement si les mesures ne nécessitent pas une grande précision en suspendant à l'autre extrémité du fléau une tige de verre longue et mince plongeant dans un liquide contenu dans une allonge de verre graduellement vidée. On arrête l'écoulement lorsque l'index de la balance atteint la position de mesure qui vient d'être définie; on rompt alors la membrane et l'on rétablit l'équilibre avec des poids, dans la même position.

La résistance électrique permet de porter rapidement le bloc métallique à une température relativement élevée faisant office de flambage entre les essais, et cette température est ensuite abaissée par l'introduction d'eau dans la conduite D. Avec un cylindre A de 40^{mm} de diamètre et de 3^{mm} de hauteur la quantité de liquide peut être réduite à moins de $0^{cm^3},3$ et l'effort de traction avec l'eau distillée est voisin de $1^g,9$. Le poids de la membrane est négligeable, et il est tenu compte dans la pesée finale de la petite quantité de liquide qui peut adhérer au cylindre supérieur.

Un premier appareil a été réalisé un peu sommairement en utilisant un cylindre A de 20^{mm} de diamètre. Pour différentes raisons tenant à l'imperfection du mode de réalisation, les mesures n'ont pas présenté le degré de précision que l'on peut attendre de ce tensiomètre; il m'a cependant été possible de faire des mesures comparables entre elles, et d'obtenir des résultats assez voisins en valeur absolue des valeurs probables des tensions superficielles, avec des quantités de liquide de l'ordre de $0^{cm^3},15$.

PHYSIQUE. — *Compressibilité de l'azote et de l'hydrogène aux ultra-pressions de* 5000 *atmosphères*. Note de MM. **James Basset** et **R. Dupinay**, présentée par M. Matignon.

L'un de nous a décrit dans une précédente Communication [1] l'appareillage à ultra-pressions pour étude sur les gaz et, en particulier, l'appareillage créé pour la mesure de compressibilité des gaz.

A l'aide de cet appareillage, nous avons étudié la compressibilité de

[1] *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 928, et **185**, 1927, p. 344.

l'azote et de l'hydrogène et déterminé expérimentalement la puissance nécessaire pour cette opération.

Les résultats numériques donnés ci-dessous résultent d'un grand nombre d'expériences et représentent la moyenne des résultats obtenus.

Le tableau suivant donne le volume occupé jusqu'à une pression de 5000^{kg} par centimètre carré par une masse de gaz de 1$^{cm^3}$ prise à 16° et à 1000^{kg} par centimètre carré comme pression initiale.

TABLEAU I.
V = 1$^{cm^3}$ à 1000^{kg}, 16° C.

Pressions (kg/cm²).....	1000	2000	3000	4000	5000
Hydrogène (cm³)......	1	0,683	0,560	0,495	0,456
Azote (cm³)...........	1	0,778	0,689	0,635	0,610

Le tableau ci-dessous donne le volume occupé à 16° jusqu'à 5000^{kg} par centimètre carré par un litre de gaz pris à 0° et à la pression de 76^{cm}.

TABLEAU II.
V = 1000$^{cm^3}$ à 0° C., 76^{cm} Hg.

Pressions (kg/cm²).....	1000	2000	3000	4000	5000
Hydrogène (cm³).......	1,776	1,222	0,995	0,880	0,810
Azote (cm³)...........	2,130	1,660	1,470	1,350	1,305

Nous avons déterminé les puissances nécessaires pour la compression de l'azote jusqu'à 5000^{kg} par centimètre carré et ces puissances sont représentées par les chiffres du tableau ci-dessous :

TABLEAU III.

Compression......	1 à 20^{kg}	1 à 200^{kg}	1 à 1000^{kg}	1 à 5000^{kg}
Puissance.........	1	1,78	2,19	2,72

Nous voyons que, pour comprimer un gaz à 1000 et à 5000^{kg}, le rapport des puissances nécessaires est voisin de 1,24, soit une augmentation de 24 pour 100 seulement de la puissance des compresseurs.

Pour l'hydrogène, les résultats sont en accord avec ceux obtenus par Amagat dans des expériences poursuivies jusqu'a 3000^{kg} par centimètre carré. Ils sont légèrement inférieurs (2 à 3 pour 100) en ce qui concerne l'azote. Ces résultats établissent la précision obtenue par notre méthode malgré la simplicité des moyens employés.

Il est à remarquer que, bien que le volume des gaz étudiés à 5000^{kg} soit

environ 4 à 7 fois plus grand que nous l'indique la loi de Mariotte, la puissance nécessaire reste sensiblement une fonction logarithmique de la pression.

En particulier pour l'azote, les nombres correspondant à la fonction logarithmique pour les pressions du tableau III seraient en effet

1, 1,77, 2,31, 2,85.

Nous pourrons prochainement pousser la mesure de compressibilité des gaz jusqu'à la pression de 10000^{kg} par cm^2 et déterminer avec plus de précisions les fonctions représentant leurs volumes et les puissances nécessaires jusqu'à cette pression.

Un troisième appareillage en cours de réalisation permettra cette étude sur les gaz jusqu'à 25000 atmosphères, pression où l'on approche de plus près le covolume de la matière.

Des études sont en cours pour tenir éventuellement compte à ces très hautes pressions de la diffusion des gaz à travers les parois métalliques des appareils.

ÉLECTRICITÉ. — *La réalisation d'une résistance pour les mesures en très haute tension.* Note [1] de M. **P. de la Gorce**, présentée par M. Paul Janet.

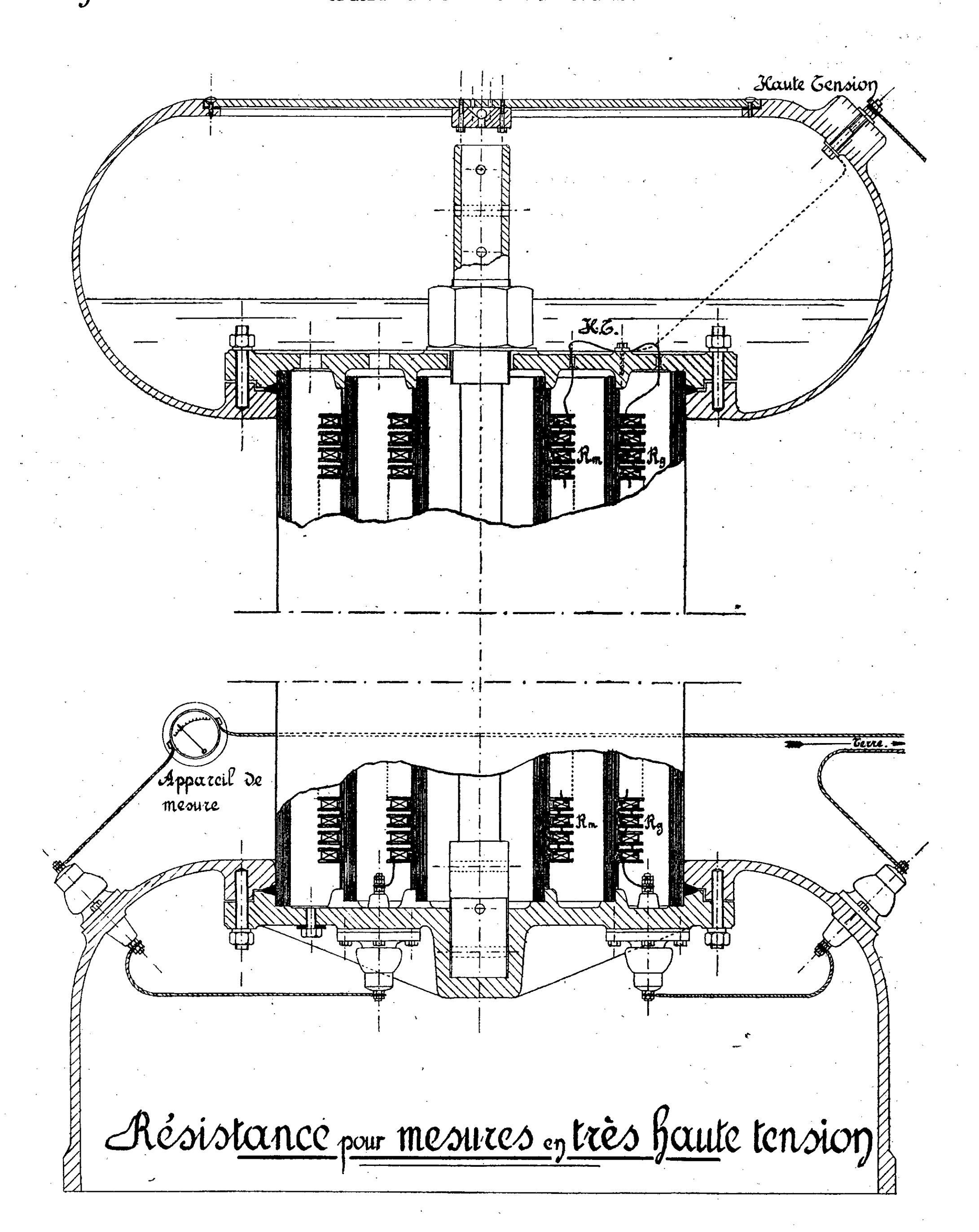
Dans les laboratoires à haute tension, on se sert de résistances soit, pour la mesure de la tension elle-même, soit pour la mesure des pertes diélectriques dans les isolants ou l'étude des transformateurs de potentiel. Ces diverses applications, les dernières surtout, nécessitent l'emploi de résistances pures, c'est-à-dire telles que le courant qui les traverse soit rigoureusement en phase avec la tension.

Pour réaliser ces conditions, il importe, non seulement d'observer dans l'exécution des enroulements toutes les précautions usitées afin que leur réactance soit négligeable, mais encore d'éliminer leur capacité par rapport à la terre. L'effet de cette capacité prend une grande importance quand on utilise des boîtes de résistances, même de fabrication très soignée, qu'on monte en série sans précautions spéciales.

L'erreur qui en résulte sur le déphasage est à la fréquence de 50 p/s de l'ordre du degré.

---

(1) Séance du 8 décembre 1930.


Haute Tension
H.T.
Rm
Rg
Appareil de mesure
terre
Rm
Rg
Résistance pour mesures en très haute tension

Le dispositif employé au Laboratoire central d'Électricité est à l'abri de cette cause d'erreur, grâce à l'artifice suivant : à la résistance principale (résistance de mesure) on adjoint en parallèle une résistance auxiliaire (résistance de garde) qui joue le rôle d'écran. La résistance de mesure figurée sur le dessin en Rm est fractionnée en un nombre pair de bobines, à sens d'enroulement inversés, superposées de manière à constituer une colonne cylindrique. La résistance de garde Rg est formée d'un même nombre de bobines semblables et semblablement disposées, mais de plus grand diamètre; elle constitue un cylindre coaxial au premier et l'entourant sur toute sa hauteur. L'ensemble est immergé dans l'huile tant pour éviter les effluves que pour dissiper la chaleur développée par effet Joule. Les deux résistances ont une extrémité commune réunie à la haute tension HT. L'autre extrémité est reliée à la terre : directement dans le cas de la résistance de garde, par l'intermédiaire des appareils d'utilisation, dans le cas de la résistance de mesure. Les bobines sont enroulées de telle façon que dans l'intervalle des deux cylindres coaxiaux, les surfaces en regard (surface extérieure de la résistance de mesure, surface intérieure de la résistance de garde) soient au même potentiel. Ainsi se trouvent éliminés les effets perturbateurs exercés sur le circuit de mesure par les capacités relatives à la terre ou aux conducteurs voisins.

Dans l'appareil basé sur ce principe, qui fonctionne au Laboratoire central d'Électricité depuis plus d'un an, la résistance de mesure est de 3 mégohms, la résistance de garde est de 6 mégohms, l'une et l'autre en fil de constantan de $0^{mm},1$. Prévu pour 150 kilovolts en service normal il peut fonctionner en régime intermittent jusqu'à 200 kilovolts. L'étude de ce modèle a permis de constater l'efficacité du système. Seules subsistent les capacités des bobines ou des enroulements entre eux : de là un léger déphasage en avant (2 minutes environ à 50 p/s) que l'on peut aisément corriger.

Deux autres appareils du même type ont été construits : l'un destiné à fonctionner sous une tension deux fois plus élevée (300-350) kilovolts; l'autre prévu pour 40 kilovolts seulement, mais portatif et destiné aux essais sur réseaux.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'existence hypothétique dans l'eau de résonateurs de fréquence hertzienne.* Note de MM. **P. Girard** et **P. Abadie**, présentée par M. G. Ferrié.

En mesurant la constante diélectrique de l'eau à l'aide d'ondes électriques amorties, Weichmann [1] a trouvé, notamment dans le domaine 50-60^{cm} de longueurs d'onde, de fortes bandes de dispersion et d'absorption. Plus récemment, Frankenberger [2] a montré que dans l'eau très soigneusement distillée et dans ce même domaine, on ne retrouve pas la dispersion signalée par Weichmann, mais, par contre, qu'on l'obtient dans une solution aqueuse de $NaHSiO^3$ de concentration $1,5.10^{-4}$N. Par analogie avec ce qui se passe dans le domaine optique et infrarouge, Romanoff a émis l'hypothèse de résonateurs constitués par des molécules d'eau groupées autour des ions $(HSiO^3)^-$ agissant comme centres.

C'est seulement avec des ondes entretenues qu'est possible une étude correcte de la dispersion et des discontinuités éventuelles qu'elle pourrait présenter. Si des phénomènes de résonance interviennent, on doit les retrouver avec une plus grande netteté en employant ces ondes. Nous nous sommes donc proposé de déterminer notamment dans le domaine 50-60^{cm} les valeurs de la constante diélectrique de l'eau distillée et d'une solution très étendue de Na^2SiO^3 pour une gamme continue de longueurs d'ondes sinusoïdales produites par des triodes.

Nous avons eu recours à la première méthode de Drude consistant dans la détermination, à l'aide de fils de Lecher, de la longueur d'onde d'abord dans l'air, puis dans le liquide à étudier. L'émetteur d'ondes électriques était un oscillateur Barkhausen-Kurz. Les positions de résonance étaient déterminées par une méthode d'absorption analogue à celle qu'on utilise souvent pour les ondes plus longues; lorsqu'on couple à l'oscillateur le système de fils de Lecher, on constate des minima très accusés du courant d'anode pour des positions du pont distantes d'une demi-longueur d'onde. Pour éviter les couplages trop serrés qui pourraient fausser les mesures, il convient d'utiliser, pour repérer la valeur du courant d'anode, un appareil sensible : microampèremètre ou galvanomètre. Le liquide remplissait un tube de verre de 65^{mm} de diamètre. Les fils de Lecher immergés dans le liquide étaient distants de 10^{mm} et avaient un diamètre de 1^{mm}.

---

(1) *Ann. der Phys.*, 66, 1921, p. 501-545.
(2) *Ann. der Phys.*, 82, 1927, p. 411.

Les positions du pont sur les fils de Lecher, correspondant au minima du courant d'anode, ont été déterminées à $\frac{1}{10}$ de millimètre près. Les constantes diélectriques sont ainsi mesurées à moins d'un centième près.

Voici les résultats que nous avons trouvés pour l'eau distillée; les valeurs ont été ramenées à la température de 20° en admettant pour la constante diélectrique ε une diminution de 0,36 pour une augmentation de 1°; cette variation a été mesurée par Drake, Pierce et Dow ([1]) pour des ondes de quelques mètres.

λ.........	49,13	49,50	50,00	50,77	51,50	51,90	52,44	cm
ε.........	79,9	79,9	79,6	79,6	79,6	79,7	79,9	
λ.........	53,12	53,70	54,12	54,90	55,50	56,20	56,90	cm
ε.........	79,6	79,7	79,8	79,4	79,7	79,9	79,7	
λ.........	57,76	58,00	58,90	59,76	60,46	63,56	–	cm
ε.........	79,9	79,9	80,1	79,9	79,7	79,8	–	

Les résultats ci-dessous sont relatifs à la solution de Na^2SiO^3 de concentration $1,5.10^{-4}$N; comme toutes les mesures ont été faites à la température de 10°, il n'y a eu aucune correction de température à faire.

λ...........	50,18	51,00	51,75	52,44	52,96	53,62	cm
ε...........	84,8	84,7	84,6	84,2	84,3	84,6	
λ...........	55.04	59,50	55,00	55,58	56,10	56,78	cm
ε...........	84,7	84,7	84,2	84,1	84,0	84,3	
λ...........	57,28	58,08	58,90	59,48	60,28	-	cm
ε...........	84,3	83,9	84,3	84,4	84,3	-	

Pour une aussi faible concentration en électrolyte, il n'y a pas lieu de tenir compte de l'influence de la conductivité du liquide sur la constante diélectrique.

La différence des valeurs extrêmes trouvées pour l'indice de réfraction par Weichmann et Frankenberger est environ 3,5 fois plus grande que la différence des valeurs extrêmes trouvées par nous dans la même gamme. Ces dernières sont de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience. Nous n'avons pas fait de mesures d'absorption mais une discontinuité dans la dispersion se fut manifestée par une discontinuité d'absorption qui nous aurait frappés certainement. Nous ne l'avons en aucune façon constatée. Nos mesures n'ont donc pas montré l'existence des bandes de dispersion

---

([1]) *The Phys. Review*, 35, 15 mars 1930, 613-622.

signalées par Weichmann et Frankenberger dans le domaine 50-60^{cm} de longueur d'onde, même dans la solution de Na^2SiO^3. Ainsi en ce qui concerne l'eau tout au moins on ne peut accepter les données expérimentales sur lesquelles repose l'hypothèse de l'existence de résonateurs d'un type nouveau de fréquence hertzienne.

Ajoutons que pour des ondes de 35, 28 et 18^{cm}, nous avons trouvé une constante diélectrique à 20° très voisine de 80. A la température ordinaire, la fréquence seuil à partir de laquelle les dipôles d'eau commencent à suivre les oscillations du champ correspond d'après la relation de Debye à $\lambda = 1^{cm}$ environ. Ce serait donc entre les longueurs d'onde 1^{cm} et 18^{cm} que la constante diélectrique de l'eau pourrait augmenter beaucoup.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur le calcul graphique des grandeurs attachées à l'électron en mouvement.* Note de M. **Georges Fournier**, présentée par M. Jean Perrin.

β étant le rapport de la vitesse v de l'électron à la vitesse c de la lumière, construisons sur le cercle trigonométrique ($R = 1$) l'angle $AOM = \omega$ tel que $\sin\omega = \beta$. On a immédtatement

$$OP = \cos\omega = \sqrt{1-\beta^2}, \qquad OT = \sec\omega = \frac{1}{\cos\omega} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}},$$
$$MT = OT - 1 = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1, \qquad AT = \tang\omega = \frac{\sin\omega}{\cos\omega} = \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}},$$
$$BN = \cot\omega = \frac{1}{\tang\omega} = \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta}.$$

OP représente donc le facteur de contraction de Lorentz; OT, le facteur du temps propre dans la transformation de Lorentz, intervenant dans le calcul de la masse; MT, le facteur intervenant dans le calcul du potentiel d'émission de l'électron, de son énergie et de la fréquence de la vibration électromagnétique correspondante; AT, le facteur intervenant dans le calcul du produit H.ρ, (ρ étant le rayon, évalué en centimètres, du cercle décrit par l'électron dans un champ magnétique de H gauss); enfin, BN, le facteur intervenant dans le calcul de la longueur de l'onde de de Broglie associée à l'électron en mécanique ondulatoire.

Il est aisé de choisir des échelles telles que les mesures des longueurs OT, MT, AT et BN, évaluées en centimètres ou en millimètres, donnent directement les valeurs de la masse de l'électron évaluée en 10^{-27} gr., du poten-

tiel d'émission évalué en kilovolts, etc., en tenant compte des formules qui donnent :

la masse de l'électron

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = m_0 . \mathrm{OT} \qquad (m_0, \text{ masse de l'électron au repos});$$

son potentiel d'émission

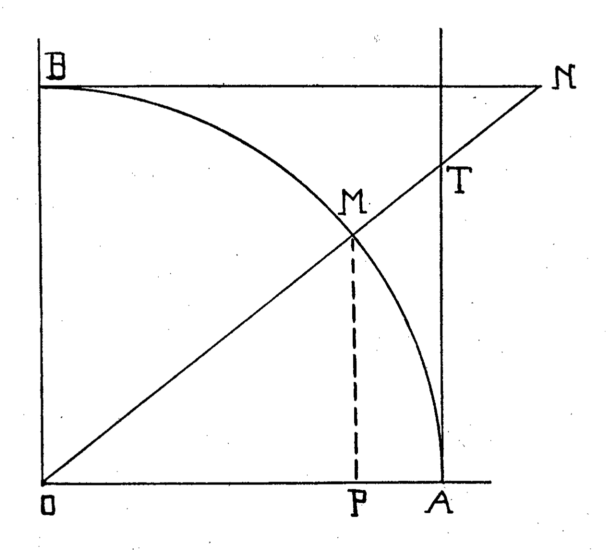
$$\mathrm{V} = \frac{m_0 c^2}{e}\left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1\right) = \frac{m_0 c^2}{e}\mathrm{MT} \qquad (e, \text{ charge de l'électron});$$

son énergie

$$w = m_0 c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1\right) = m_0 c^2 . \mathrm{MT};$$

le produit $\mathrm{H}\rho$

$$\mathrm{H}\rho = \frac{m_0 c}{e}\,\frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{m_0 c}{e} . \mathrm{AT};$$



la fréquence correspondante

$$\nu = \frac{m_0 c^2}{h}\left[\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1\right] = \frac{m_0 c^2}{h} . \mathrm{MT} \qquad (h, \text{ constante de Planck});$$

la longueur de l'onde de de Broglie

$$\mathrm{L} = \frac{h}{m_0 c}\,\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} = \frac{h}{m_0 c} . \mathrm{BN}.$$

Les abaques construites suivant ces indications pourront rendre des ser-

vices toutes les fois qu'une grande précision ne sera pas nécessaire. Dans le cas contraire, on aura évidemment avantage à s'adresser aux *Tables relatives aux particules en mouvement* que nous avons publiées antérieurement ([1]).

ÉLECTRONIQUE. — *Fluorescence des atomes de mercure excités.* Note de M. Z. Zajac, présentée par M. M. de Broglie.

Les atomes excités sont capables d'absorber des quanta de lumière d'une fréquence différente de celle de la résonance, en passant ainsi à un autre état d'excitation. Revenant à l'état normal ils émettent (dans des conditions convenables) quelques raies de leur spectre propre; c'est le phénomène de fluorescence des atomes par excitation multiple.

Pour étudier ce phénomène ([2]), j'ai excité la vapeur de mercure simultanément : 1° par des décharges électriques oscillantes; 2° par la lumière intense d'un arc de mercure à basse pression.

Un tube à vide, contenant la vapeur étudiée et construit en verre sibor, était muni à ses extrémités de deux fenêtres planes et parallèles. Un petit tube latéral servait de réservoir pour le mercure liquide. L'emploi d'un tube scellé et l'application d'électrodes extérieures ont contribué à la grande pureté de la vapeur, ce qui est très important dans les expériences de ce genre. Deux fours électriques, chauffant indépendamment le tube et le réservoir, permettaient de faire varier soit la tension de la vapeur à température constante, soit sa densité sous pression constante.

Les électrodes extérieures, en forme de boucles entourant les extrémités du tube, étaient réunies à une bobine; ce dispositif, contenant en outre un couple thermo-électrique dans le vide, formait un circuit oscillant, couplé avec un oscillateur à étincelle convenablement accordé. Grâce à la construction spéciale de l'éclateur on a pu obtenir des fréquences d'étincelles de l'ordre de 10^4 et le même nombre de trains d'ondes amorties dans le circuit secondaire; la durée totale de l'excitation électrique était donc aussi grande que possible et avait une fréquence d'oscillations de 1 megacycle 4.

On employait comme source lumineuse une lampe à mercure en silice de construction spéciale, refroidie au moyen d'eau et d'air (puissance 750 watts). La lumière de cette lampe, concentrée par un réflecteur de forme particulière et par un ensemble de condenseurs convenablement

([1]) Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris, 1930.

([2]) Cf. S. Pienkowski, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1530.

disposés, passait par le tube sous la forme d'un faisceau très intense et occupant presque toute sa section.

En soumettant la vapeur de mercure à l'action simultanée de ces deux excitations, on a observé dans l'espace de la colonne positive la présence d'une luminosité de couleur bleu verdâtre, nettement limitée par le contour du faisceau excitateur. Elle apparaît à partir de la pression de $0^{mm},05$. A mesure que la pression augmente, cette luminosité devient de plus en plus brillante, en atteignant son maximum à la température de 140° C. environ et à la pression de $0^{mm},3$ (vapeur non saturée). A partir de la pression de 1^{mm} environ, on aperçoit un spectre continu intense excité par les décharges. Ce fond continu masque de plus en plus la lumière de la fluorescence de sorte qu'elle n'est plus perceptible à des pressions plus grandes que $1^{mm},5$. L'élévation de la température de la vapeur à pression constante n'a pas d'influence plus marquée sur le phénomène. Si l'on interrompt les décharges oscillantes, la luminescence disparaît. En photographiant son spectre, on a constaté la présence de trois raies de l'arc de mercure : 5461, 4358 et 4047. L'intensité de ces raies (par rapport au reste du spectre) dans le cas de l'excitation simultanée était beaucoup plus forte que dans celui de l'excitation électrique seule. Au régime des pressions de $0^{mm},05$ à $0^{mm},5$ aucune trace de noircissement de la plaque pour le même temps de pose n'a pu être observé dans ce dernier cas. La diffusion de la lumière excitatrice a été presque totalement éliminée, elle ne dépasse pas 1 pour 100.

A l'aide de différents filtres colorés on a constaté que chacune des trois raies d'arc 5461, 4358 et 4047, se terminant sur le niveau 2^3S_1, est capable d'exciter la fluorescence étudiée mais avec divers degrés d'intensité; les raies jaunes 5790 et 5769 ne l'excitent pas du tout. Il faut ajouter qu'en raison de l'emploi d'une optique en verre, les rayonnements de longueur d'onde moindre de 3500 ne pouvaient atteindre l'intérieur du tube.

Afin d'analyser d'une manière plus détaillée l'excitation optique, on a étudié la relation entre l'intensité de la fluorescence et celle de la lumière excitatrice. Au moyen d'une grille de métal, introduite entre la lampe et le tube, on affaiblisait la lumière de l'arc d'une façon connue [1] et l'on examinait les variations ainsi produites dans l'intensité du spectre de luminescence en employant la méthode photographique de spectrophotométrie homochromatique de Dorgelo [2], qui utilise un filtre à échelons (lames de

(1) Cf. R. Wood et E. Gaviola, *Phil. Mag.*, 6, 1928, p. 352.
(2) H. B. Dorgelo, *Phys. Zeits.*, 26, 1925, p. 756.

quartz couvertes des couches pulvérisées de platine). Ces expériences ont montré que l'intensité de toutes les raies qu'on aperçoit pendant la fluorescence est proportionnelle à l'intensité de la lumière excitatrice. Un seul acte d'absorption précède donc ici l'émission.

Les résultats obtenus nous conduisent à admettre que le phénomène se produit de la manière suivante. Sous l'influence des décharges oscillantes, et à cause des chocs, des atomes de mercure sont portés aux états 2^3P_{012} (la distribution parmi ces états n'étant pas uniforme). Ils absorbent alors aux dépens du faisceau incident certaines fréquences correspondant au passage à l'état 2^3S_1. Le retour à l'état normal est accompagné par l'émission de la fluorescence dont nous venons d'étudier sommairement les caractères.

ÉLECTRONIQUE. — *L'introduction de l'échange dans la statistique d'un gaz d'électrons.* Note de M. **Louis Goldstein**, présentée par M. M. de Broglie.

La statistique des électrons liés a été remaniée par Dirac [1] pour tenir compte de l'échange. L'équation du potentiel [2] V augmenté d'une constante α

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2P}{dr^2} + \dfrac{2}{r}\dfrac{dP}{dr} = C\left(P^{\frac{1}{2}} + \beta\right)^3 \\ \text{avec} \\ P = V + \alpha, \qquad \alpha = \dfrac{8me^3}{h^2}, \ \beta = \dfrac{2(2m)^{\frac{1}{2}}e^{\frac{3}{2}}}{h} \qquad \text{et} \qquad C = \dfrac{32\pi^2 e}{3h^3}(2me)^{\frac{3}{2}} \end{cases}$$

se ramène après un changement de variable et de fonction à

$$(2)\qquad \frac{d^2\varphi}{dx^2} = x\left\{\left(\frac{\varphi}{x}\right)^{\frac{1}{2}} + \gamma Z^{-\frac{2}{3}}\right\}^3$$

où γ est un coefficient numérique et Z le numéro atomique. Ici la fonction de distribution φ_Z a perdu son caractère universel qu'elle avait dans la théorie plus simple de Thomas-Fermi car elle dépend de Z. Le potentiel et la densité de charge sont donnés par

$$(3)\qquad V = \frac{Ze}{r}\varphi_Z\left\{rC^{\frac{2}{3}}(Ze)^{\frac{1}{3}}\right\} + \alpha; \qquad n(V) = \frac{8\pi}{3h^3}(2me)^{\frac{3}{2}}\left\{P^{\frac{1}{2}} + \beta\right\}^3.$$

(1) P.-A. Dirac, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, **26**, 1930, p. 376.

(2) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 766.

L'application de la méthode statistique à l'atome est basée sur l'analogie que présente l'ensemble des électrons atomiques à un gaz d'électrons dégénéré. La méthode de densité de Dirac justifie cette manière de voir en déduisant l'équation du potentiel statistique à partir du système d'équations d'onde approchées relatif à l'atome (équations de Hartree-Fock). Inversement on peut partir de ce gaz d'électrons liés et généraliser à un gaz d'électrons non liés les résultats que, seule, l'application de la mécanique atomique peut fournir, du moins, actuellement. Et c'est le cas de l'échange des électrons. D'après Dirac, à l'énergie cinétique $E_c = \frac{p^2}{2m}$ se superpose une énergie, dite *d'échange* $E_e = -\frac{4e^2}{h}p$ pour tout électron de quantité de mouvement p.

On peut généraliser en disant que, *dans tout ensemble d'électrons, l'énergie totale se compose de l'énergie classique, cinétique et potentielle, et de l'énergie d'échange*. La forme précédente de l'énergie d'échange n'est qu'approchée, car pour l'obtenir Dirac s'est servi, dans l'atome, des coordonnées et moments comme étant des grandeurs commutantes, vu la grande région de l'extension en phase où la densité électronique se trouve répandue. Ceci est vrai *a fortiori* dans le cas qui nous occupe. Il résulte alors de ce qui précède que l'on doit reviser les formules de la statistique de Fermi, si appliquée à des électrons, pour tenir compte de l'échange qui y existe toujours.

Supposons que le gaz possède l'énergie potentielle U_p. Dans une couche d'extension en moments p_i et $p_i + dp_i$ il y a, disons g_i cases. On supposera celui-ci donné par

$$g_i(x_\mu) = \Delta V \frac{4\pi}{3h^3} p_i^2 \, dp_i, \tag{4}$$

dans un espace de volume $\Delta V = \Delta x_1 \, \Delta x_2 \, \Delta x_3$.

Si $n_i(x_\mu)$ est le nombre de particules (électrons) dans les cases g_i, on écrira, pour l'énergie totale du gaz avec Brillouin [1],

$$U = U_p(n_i) + \sum_{i,\mu}' n_i(x_\mu) E_i, \tag{5}$$

où E_i représentera ici la somme de l'énergie cinétique E_c et l'énergie d'échange E_e,

$$E_i = E_{c,i} + E_{e,i} = \frac{P_i^2}{2m} - \frac{4e^2}{h} P_i \tag{6}$$

---

(1) L. Brillouin, *Les Statistiques quantiques*, Paris, 1930.

et, par conséquent, le calcul du nombre g_i tient compte de l'échange si l'on définit p_i par

$$\frac{P_i^2}{2m} - \frac{4e^2}{h} P_i = \frac{p_i^2}{2m}. \tag{7}$$

L'extension en moments des p_i n'est pas celle des moments réels P_i. Dans la répartition la plus probable, on aura

$$n_i(x_\mu) = \frac{g_i(x_\mu)}{e^{\alpha + \frac{1}{kT}\left(\frac{\partial U_p}{\partial x_i} + E_{ci} + E_{ei}\right)} + 1}, \tag{8}$$

où α se détermine par $\sum_{i,\mu} n_i(x_\mu) = N$, N étant le nombre total des électrons. Ainsi l'entropie et les diverses fonctions thermodynamiques doivent être corrigées en y augmentant l'énergie cinétique de l'énergie d'échange.

Le rôle de l'échange des électrons s'évalue aisément au zéro absolu aussi. L'énergie par électron y est, n étant la densité spatiale des électrons,

$$u_0 = \frac{3h^2}{10m}\left(\frac{3n}{8\pi}\right)^{\frac{2}{3}}. \tag{9}$$

Les électrons s'entasseraient dans l'extension en moments dans une sphère de rayon P_0 défini par

$$P_0 = \left(\frac{3n}{8\pi}\right)^{\frac{1}{3}} h. \tag{10}$$

En réalité, la quantité de mouvement maximum p_0 que les électrons peuvent avoir au zéro absolu est déterminée par

$$\frac{p_0^2}{2m} - \frac{4e^2}{h} p_0 = \frac{P_0^2}{2m} = \left(\frac{3n}{8\pi}\right)^{\frac{2}{3}} \frac{h^2}{2m}, \tag{11}$$

ce qui permet de séparer l'énergie d'agitation cinétique et d'échange au zéro absolu. D'une façon générale, *dans un gaz d'électrons, l'énergie d'agitation se compose de l'énergie d'agitation cinétique et de l'énergie d'agitation d'échange*. Cette dernière n'a peut-être pas toujours une grande importance, pratiquement, mais elle doit être retenue du point de vue théorique.

MAGNÉTISME. — *Sur les phénomènes thermiques qui se produisent le long des cycles d'hystérésis*. Note de M. **André Guilbert** présentée par M. Paul Janet.

L'étude de la loi des dégagements et absorptions de chaleur le long du cycle d'hystérésis a déjà été faite par Adelsberger (¹) et par F. Woodbridge Constant (²). Nous avons repris cette étude sur un échantillon d'acier au cobalt à haute teneur pour deux cycles correspondant à des inductions maxima de 15420 et de 18470 gauss.

L'échantillon, présentant la forme d'une éprouvette de perméamètre, a été placé dans un solénoïde magnétisant, de longueur double, et mis à l'abri du rayonnement de ce dernier au moyen de deux vases de Dewar emboîtés l'un dans l'autre et séparés par une couche de laine mèche. Cet isolement calorifique permet de maintenir constante la température de la chambre calorimétrique formée par le vase intérieur à moins de $\frac{1}{30000}$ de degré pendant la première minute de mise sous tension du solénoïde.

Les variations de température de l'échantillon de l'ordre de 0°,005 pour la totalité d'un cycle, ont été mesurées à l'aide d'uue chaîne de couples cuivre-constantan fermée sur un galvanomètre approprié, de très faible résistance. Tous les couples ont été placés à l'intérieur de la chambre calorimétrique afin de les maintenir, avant l'expérience, à la même température; les soudures de mesure, collées sur l'échantillon, ont été séparées et isolées thermiquement des soudures repères avec de la laine mèche. Ce système thermométrique donne environ 3^{mm} de déviation sur la règle par millième de degré de variation de température de l'èchantillon. L'étalonnement en a été déduit de l'élévation de température calculée au moyen de l'aire d'un cycle complet. Les résultats trouvés peuvent être présentés sous la forme suivante :

Soient $\mathcal{H}$ le champ produit par le solénoïde et dQ la quantité de chaleur mesurée en unités mécaniques et développée par hystérésis dans une variation élémentaire $d\mathcal{B}$ de l'induction. On peut poser

$$\mathcal{H}_r = \frac{\mathcal{H}\,d\mathcal{B} - 4\pi\,dQ}{d\mathcal{B}}.$$

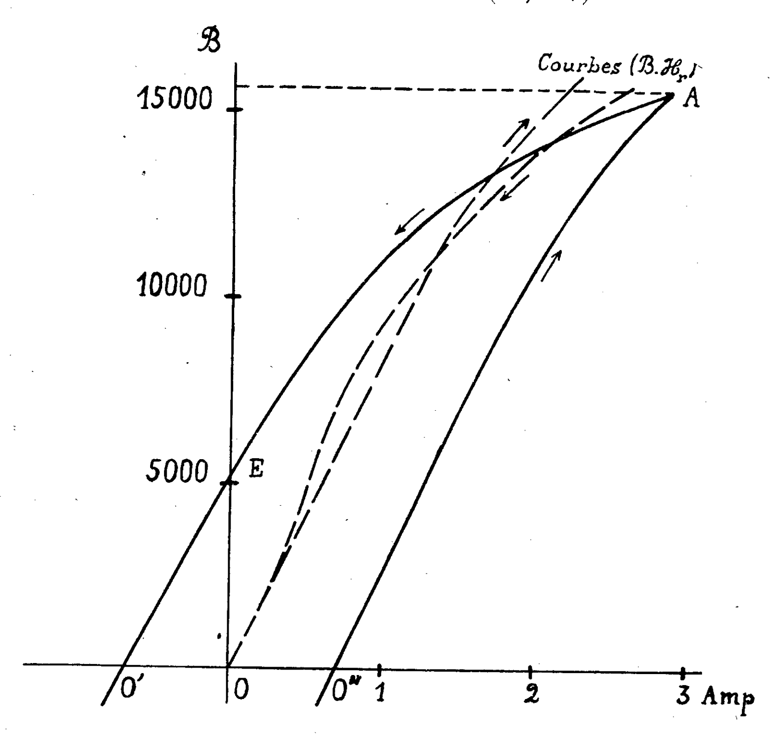
(¹) Adelsberger, *Ann. der Physik*, 83, 1927, p. 184-213.

(²) F. Woodbridge Constant, *Physical Review*, 2ᵉ série, 32, 1928, p. 486-493.

$\mathcal{H}_r$ peut être envisagé comme la résultante de $\mathcal{H}$ et d'un champ fictif $\mathcal{H}_i = -4\pi \frac{dQ}{d\mathcal{B}}$,

Pour une variation d'état entre deux inductions $\mathcal{B}_0$ et $\mathcal{B}_1$ le long d'une branche d'hystérésis, l'aire délimitée par l'axe des inductions et la branche d'hystérésis, entre les horizontales $\mathcal{B}_0$ et $\mathcal{B}_1$ représente au facteur $\frac{1}{4\pi}$ près l'échange d'énergie entre le circuit magnétique et la source; l'aire comprise entre l'axe des inductions et la courbe ($\mathcal{B}$, $\mathcal{H}_r$) correspond à la variation d'énergie électromagnétique et l'aire comprise entre la courbe ($\mathcal{B}$, $\mathcal{H}_r$) et la branche d'hystérésis à la quantité de chaleur dégagée dans le fer.

La figure ci-dessous donne les courbes ($\mathcal{B}$, $\mathcal{H}_r$) trouvées relativement



aux deux branches du cycle correspondant à l'induction maxima de 15420 gauss. Ces courbes présentent les propriétés suivantes :

1° Les aires délimitées par l'axe des inductions et les courbes ($\mathcal{B}$, $\mathcal{H}_r$) entre l'origine et l'horizontale du point A sont égales, par suite de l'équivalence entre la chaleur dégagée pour la totalité du cycle et l'aire du cycle : comme on le sait, cette équivalence a été vérifiée expérimentalement par Warburg dès 1881.

2° Ces deux courbes passent par l'origine où elles sont tangentes entre elles par raison de continuité.

Il résulte qu'aux points O' et O'' correspondant au champ coercitif, l'énergie électromagnétique est nulle et que pour le point E correspondant à l'aimantation résiduelle cette énergie est sûrement différente de zéro. L'aimant possède donc une certaine énergie emmagasinée sous forme électromagnétique, ce qui est d'une importance considérable vis-à-vis des théories en cours.

Les deux courbes $(\mathcal{B}, \mathcal{H}_r)$ précédentes ne se superposent pas, mais l'écart constaté peut s'expliquer par l'existence du phénomène magnétocalorique. L'étude de ce phénomène a été faite en traçant, pour la même induction maxima de 15420 gauss, deux cycles d'hystérésis à deux températures différentes. Cette étude permet de justifier cet écart et de prévoir qu'en l'absence du phénomène magnétocalorique les courbes $(\mathcal{B}, \mathcal{H}_r)$ montante et descendante seraient vraisemblablement confondues.

Il est donc permis de supposer que tout se passe comme si le fer doué d'hystérésis possédait, en l'absence du phénomène magnétocalorique, une courbe de magnétisme isotherme réversible, et que les quantités de chaleur dégagées au cours d'un changement d'état magnétique étaient dues à un déplacement apparent de cette courbe de magnétisme par suite de l'existence d'un champ intérieur $\mathcal{H}_i$ dont l'action est assimilable à celle d'une deuxième excitation placée sur le circuit magnétique [1].

La courbe $(\mathcal{B}, \mathcal{H}_r)$ paraît être la courbe de magnétisme correspondant à des molécules libres de toute action mécanique, uniquement soumises à des actions électrodynamiques en accord avec les théories modernes du ferromagnétisme.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *La représentation du pinceau astigmate et la droite auxiliaire de Mannheim.* Note [2] de M. **Marcel Dufour**, présentée par M. Pierre Weiss.

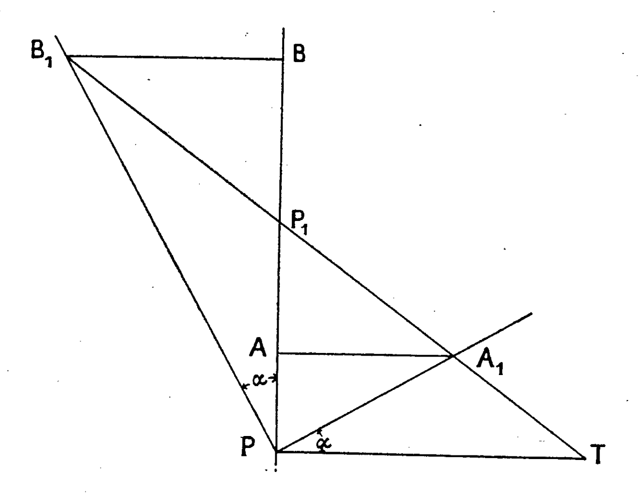
Dans les figures d'optique géométrique les longueurs perpendiculaires à l'axe du faisceau sont représentées à une échelle beaucoup plus grande que

---

[1] André Guilbert, *Une hypothèse sur la nature de l'hystérésis* (*Revue gén. Électr.*, 25, 1929, p. 7).

[2] Séance du 1er décembre 1930.

les longueurs parallèles à l'axe (1). Le rapport des échelles est arbitraire quand il s'agit de pinceaux homocentriques, mais pour les pinceaux astigmates (2), il y a avantage à choisir ce rapport de telle sorte que la plus courte distance de l'axe au rayon infiniment voisin soit représentée sur la figure par une longueur égale au paramètre de distribution. La droite ainsi tracée présente l'avantage de faire connaître, pour une surface de rayons du pinceau, le rayon de courbure et la torsion géodésique de l'intersection avec la surface d'onde : c'est la droite auxiliaire de Mannheim (3).



On peut établir les propriétés de la droite auxiliaire par des considérations élémentaires (4), mais on peut aussi les mettre en évidence de façon immédiate en utilisant la relation bien connue $\frac{f}{p}+\frac{f'}{p'}=1$ entre les posi-

---

(1) Ferraris, *Die Fundamental-Eigenschaften der dioptrischen Instrumente*, Leipzig, 1879, p. 9 et 10. De même dans un plan en relief, l'échelle choisie pour les altitudes est beaucoup plus grande que celle des latitudes et des longitudes.

(2) Les modèles en fils, par lesquels on figure généralement le faisceau de Sturm, ne donnent qu'une fausse représentation : on a une représentation correcte du pinceau astigmate en se bornant à prendre le rayon central et deux rayons qui se propagent dans les sections principales [Gullstrand, *Die Konstitution des im Auge gebrochenen Strahlenbündels* (*Graefe's Archiv für Ophthalmologie*, 53, 1901, p. 188)], mais alors les rayons situés en dehors de ces sections ne sont pas représentées.

(3) A. Mannheim, *Cours de Géométrie descriptive de l'École Polytechnique*, (Paris 1880) et *Principes et développements de Géométrie cinématique* (Paris 1894).

(4) Dufour, *Sur les trajectoires orthogonales des génératrices d'une surface réglée* (*Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 39).

tions de l'objet et de l'image sur l'axe d'un système centré où les deux milieux extrêmes n'ont pas le même indice. Soient A_1 et B_1 les points où les perpendiculaires au rayon central élevées en A et B rencontrent la droite auxiliaire. Menons les axes PA_1 et PB_1, ces axes sont rectangulaires si les plans tangents en A et B sont rectangulaires. Nous pouvons considérer la figure comme une construction projective (construction de Lissajous), A_1 et B_1 correspondant à l'objet et à l'image, le centre de projection étant P_1. Alors

$$p = PA_1 = \frac{a}{\sin\alpha} \quad \text{et} \quad p' = PB_1 = \frac{b}{\cos\alpha}$$

et les coordonnées de P_1 sont $f = PP_1 \sin\alpha$ et $f' = PP_1 \cos\alpha$.

Nous avons donc

$$\frac{1}{PP_1} = \frac{\sin^2\alpha}{a} + \frac{\cos^2\alpha}{b}.$$

De même, en considérant T comme centre projectif, nous trouvons

$$\frac{1}{PT} = \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)\sin\alpha\cos\alpha.$$

En se servant de la droite auxiliaire, Mannheim a donné plusieurs constructions planes des éléments des surfaces caustiques [1]. On peut arriver au résultat par une méthode plus simple si l'on applique aux équations de Sturm interprétées comme je l'ai proposé la construction de Lissajous, familière aux opticiens [2]. La première équation de Sturm est une relation entre les rayons de courbure des trois normalies que définissent, pour les trois surfaces Σ, S, S', leurs intersections respectives avec le plan d'incidence en I; la deuxième équation de Sturm est une relation entre les rayons de courbure des trois normalies respectivement définies par les intersections de Σ, S, S' avec le plan normal à Σ mené perpendiculairement au plan d'incidence en I; la troisième équation de Sturm est une relation entre les trois torsions géodésiques. On suppose connues deux des surfaces Σ, S, S'. Par la construction de Lissajous appliquée aux trois équations de Sturm, on détermine géométriquement le rayon de courbure et la torsion géodé-

(1) MANNHEIM, *Princ. et dév. de Géom. cin.*, Paris, 1894, p. 553 et suiv.

(2) DUFOUR, *Sur la réfraction d'un pinceau lumineux dans le cas général* (*Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 539); *La troisième équation de Sturm* (*Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 631); *Le pinceau astigmate et les trois équations de Sturm* (*Ann. d'Oc.*, **166**, 1929, p. 880).

sique des trajectoires orthogonales des génératrices rectilignes pour les deux normalies correspondant à la troisième surface, et l'on peut tracer leurs droites auxiliaires. Les points focaux communs à ces deux normalies sont les intersections de la génératrice rectiligne passant par I avec la circonférence ayant son centre sur cette génératrice et menée par les points représentatifs des deux normalies.

PHOTOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs à la brillance des sources secondaires.* Note de MM. **J. Dourgnon** et **P. Waguet**, transmise par M. André Blondel.

Considérons un système optique ne permettant que des réflexions et des transmissions spéculaires ([1]).

On sait qu'aucun point de la face de sortie du système optique ne peut avoir une brillance supérieure à la brillance maximum de la source ([2]).

Ce théorème, démontré dans le cas de la réflexion et de la transmission spéculaires, peut se démontrer sur des cas particuliers, comme nous en donnons plus loin un exemple, lorsque la réflexion et la transmission se font suivant la loi de Lambert.

Il est probable que ce théorème peut également s'appliquer à tous les autres cas de diffusion.

Si l'on se place au point de vue de l'art de l'éclairage, on voit que, partant d'une source primaire, il est impossible d'obtenir une source secondaire de brillance supérieure à la brillance effective ou totale de la source primaire. La transformation contraire qui, pour des raisons d'ordre physiologique, est constamment réalisée, constitue, en quelque sorte, une dégradation. La source permettant le plus grand nombre de possibilités d'emploi est donc la source de brillance la plus élevée.

Il y a lieu de remarquer qu'il est possible d'augmenter la brillance de la source primaire (et par là même celle des sources secondaires) en dirigeant à nouveau sur elle une partie du flux qu'elle émet.

([1]) La présente Note suppose toujours que la source et l'observateur sont placés dans des milieux de même indice.

([2]) L'éclairement maximum qu'on peut réaliser avec un système optique, éclairé par une source de brillance B, est πB, puisque c'est l'éclairement produit par une source de brillance uniforme B vue sous un angle solide égal à 2π.

La brillance du corps éclairé peut alors être supérieure, dans certains cas, à la brillance primaire de la source.

Ainsi, considérons deux surfaces opaques sphériques concentriques 1 et 2, de rayons R_1 et R_2 tels que $R_1 < R_2$, de facteurs de réflexion ρ_1 et ρ_2, et rayonnant l'une dans l'autre. Supposons que le rayonnement et les réflexions se fassent suivant la loi de Lambert.

Soient B_1 et B_2 les brillances totales des sphères 1 et 2, B'_1 et B_2 les brillances primaires, B''_1 et B''_2 les brillances dues aux réflexions. Soient, en outre, E_1 et E_2 les éclairements sur l'une et l'autre sphère. On a

$$(1) \qquad B_1 = B'_1 + B''_1, \qquad B_2 = B'_2 + B''_2.$$

L'éclairement E_1 peut s'exprimer en fonction de B_2 ou en fonction de B''_1

$$E_1 = \pi B_2 = \frac{\pi B''_1}{\rho_1},$$

d'où

$$(2) \qquad B''_1 = \rho_1 B_2.$$

Écrivons, d'autre part, que le flux émis est égal au flux absorbé,

$$\begin{aligned} 4\pi^2 R_1^2 B'_1 + 4\pi^2 R_2^2 B'_2 &= (1-\rho_1) 4\pi\, R_1^2 E_1 + (1-\rho_2) 4\pi\, R_2^2 E_2 \\ &= \frac{1-\rho_1}{\rho_1} 4\pi^2 R_2\, B''_1 + \frac{1-\rho_2}{\rho_2} 4\pi^2 R_2^2 B''_2. \end{aligned}$$

Équation qui, après simplification et en tenant compte des relations (1) et (2), peut s'écrire sous la forme

$$(3) \qquad R_1^2 B_1 + (R_2^2 - R_1^2) B_2 = \frac{R_2^2}{\rho_2} B''_2.$$

Si l'on fait $B''_1 = B_1$ dans l'équation (2) (cas où la sphère 2 est seule source primaire), on trouve bien $B_1 < B_2$. Si l'on fait $B''_2 = B_2$ dans l'équation (3) (cas où la sphère 1 est seule source primaire), on trouve alors $B_2 < B_1$.

Remarquons d'ailleurs qu'on peut avoir $B'_2 < B''_1$ dans le cas où la sphère 2 est seule source primaire, ou $B'_1 < B''_2$ dans le cas où la sphère 1 est seule source primaire. Il suffit pour cela que l'on ait dans le premier cas

$$\rho_1 > 1 - \frac{\rho_2}{1 + \frac{R_1^2}{R_2^2}\rho_2},$$

et dans le second

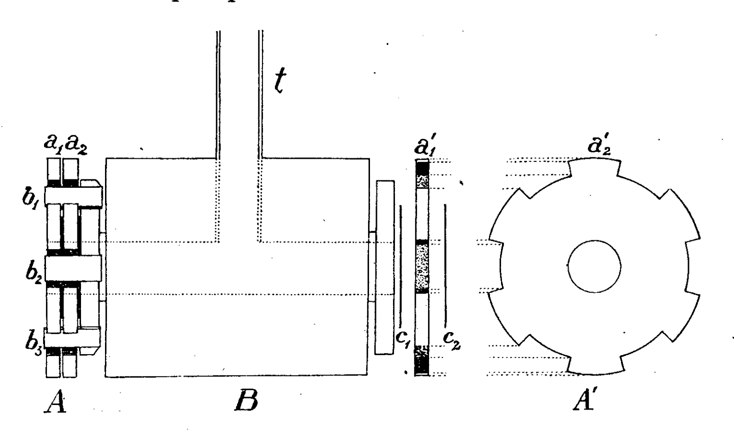
$$\rho_2 > \frac{1}{1 + \frac{R_1^2}{R_2^2}\rho_1}.$$

La brillance primaire d'une source peut donc être inférieure à la brillance d'un corps éclairé par elle. Mais la brillance totale de la source est toujours supérieure à la brillance du corps éclairé.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *Polarisation rotatoire magnétique de substances organiques rendues liquides par fusion.* Note de M. **Constantin Salceanu** présentée par M. A. Cotton.

Nous avons mesuré, pour trois raies du mercure, le pouvoir rotatoire magnétique et sa variation avec la température sur des substances organiques rendues liquides par fusion, dont nous avons mesuré la biréfringence magnétique.

Les mesures sur la variation thermique de constantes de Verdet sont d'ailleurs peu nombreuses ; d'autre part H. Becquerel et Perkin [1] sont les seuls à avoir fait quelques mesures de cette constante sur des corps



fondus. Il importait d'autant plus de les étendre que l'on peut se proposer de comparer les résultats avec les valeurs déduites de la théorie récemment publiée par de Mallemann [2].

Dispositif expérimental. — La figure représente la cuve chauffante. Elle est en bronze non magnétique doré à l'intérieur ; elle a 30^{mm} de longueur, 6^{mm} de diamètre intérieur et 25^{mm} de diamètre extérieur.

Vers les deux extrémités sont aménagées des gorges permettant l'introduction des agrafes servant à serrer les couvre-objets (c_1 et c_2). Deux

---

(1) Perkin, *Trans. Chem. Soc.* **89**, 1906, p. 854; **91**, 1907, p. 806.

(2) de Mallemann *Journal de Phys.*, **7**, 1926, p. 295.

disques de laiton A′, coupés comme le montre la figure, sont intercalés entre les glaces c_1 et c_2 pour ménager une couche d'air assurant de cette façon une meilleure uniformité de la température dans l'intérieur de la cuve. Un sondage à pinces thermo-électriques nous a permis de constater cette uniformité de la température. Le tube latéral (t) de métal sert à l'introduction d'abord de la substance, puis d'un thermomètre de précision à tige mince dont le réservoir plonge entièrement dans la substance fondue.

La cuve est chauffée électriquement (avec un dispositif potentiométrique) à l'aide d'un four cylindrique de laiton, sur lequel on a enroulé du fil de constantan ($0^{mm},3$) muni d'une partie mobile à charnières que l'on rabat sur la cuve pour l'envelopper.

L'appareil était placé dans un électro-aimant Weiss de 20^{cm} de noyaux. Dans le champ employé la rotation produite par une couche d'eau distillée remplissant la cuve était $\alpha = 8°,17$ ($\lambda = 578^{m\mu}$; $t = 20°$). On en déduit que la différence de potentiel magnétique employée était 36000 gauss/cm et le champ voisin de 12000 gauss.

Mesures sur le naphtalène et le β-méthylnaphtalène. — Nous donnons ici comme exemple des mesures se rapportant au naphtalène et au β-méthylnaphtalène (fabrication Schuckardt). Les colonnes du tableau suivant représentent : α, la rotation magnétique du plan de polarisation de la lumière ($\lambda = 578^{m\mu}$), b_e le rapport de cette rotation à celle de l'eau à 20°C., ρ la constante de Verdet de la substance en prenant la valeur de cette constante pour l'eau $\rho_{20°}^{578} = 0,0136$ donnée par Rodger Watson, et ρ_s les quotients $\frac{\rho}{d}$ de cette constante par la densité à la température de l'expérience.

1° *Naphtalène* (naphtalène bisublimé de Schuckardt).

	Valeurs de			
$t°$.	α.	b_e.	ρ.	ρ_s.
83,5	28,22	3,454	$4,696 \times 10^{-2}$	4.843×10^{-2}
111,5	27,58	3,375	4,589	4,825
125	27,08	3,314	4,506	4,775
165	25,81	3,159	4,297	4,711
188	24,83	3,039	4,132	4,647

A la température de 83°,5 on a trouvé :

$$\alpha_j = 28,22, \qquad \alpha_v = 32,43, \qquad \alpha_i = 60,68,$$

d'où

$$\frac{\alpha_v}{\alpha_j} = 1,15 \qquad \text{et} \qquad \frac{\alpha_i}{\alpha_j} = 2,16.$$

2° *β-méthylnaphtalène* (Schuckardt).

$t°$.	α.	b_e.	ρ.	ρ_s.
	Valeurs de			
34	27,11	3,318	$4,512.10^{-2}$	$4,670.10^{-2}$
49	26,76	3,275	4,453	4,634
78,5	26,26	3,214	4,369	4,604
111,7	25,29	3,095	4,208	4,515
142,5	24,44	2,991	4,066	4,458
174	23,51	2,877	3,912	4,430

On a pour la dispersion à 49°

$$\alpha_j = 26,76, \qquad \alpha_v = 30,86, \qquad \alpha_i = 57,85,$$

d'où

$$\frac{\alpha_v}{\alpha_j} = 1,15 \qquad \text{et} \qquad \frac{\alpha_i}{\alpha_j} = 2,16.$$

On a cherché si les rapports de dispersion changent avec la température. Les petits écarts constatés sont de l'ordre des erreurs d'expérience.

Les courbes représentant les variations thermiques des rotations ont une petite courbure et présentent leur convexité vers l'axe de t; c'est le contraire de ce que nous avons obtenu en étudiant pour les mêmes corps la variation thermique de la biréfringence magnétique.

Le rapport $\frac{\alpha_i}{\alpha_j}$ a été trouvé pour les deux cas étudiés 1,87, valeur plus grande que la valeur 1,73 considérée comme le maximum donné par les corps aromatiques.

D'après la théorie de Mallemann les rapports tels que $\frac{\alpha_v}{\alpha_j}$ exprimant les valeurs de la dispersion rotatoire magnétique peuvent être calculés en partant des rapports correspondants relatifs aux biréfringences de Kerr qu'il suffirait de multiplier par les rapports $\frac{\lambda_j}{\lambda_v}$ ou $\frac{\lambda_j}{\lambda_i}$ des longueurs d'onde.

Comme Cotton et Mouton, Skinner et Mc. Comb ont montré que les dispersions sont sensiblement les mêmes pour les biréfringences magnétiques que pour les biréfringences de Kerr on peut calculer des valeurs des rapports de $\frac{\alpha_v}{\alpha_j}$ et $\frac{\alpha_i}{\alpha_j}$ en partant de nos mesures de biréfringence. On trouve ainsi, pour le β-méthylnaphtalène, pour $\frac{\alpha_v}{\alpha_j}$ 1,13 calculé au lieu de 1,15 mesuré et pour $\frac{\alpha_i}{\alpha_j}$ 1,90 calculé au lieu de 2,16 mesuré.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *Pouvoir rotatoire magnétique des carbures d'hydrogène à l'état gazeux.* Note de MM. **R. de Mallemann** et **P. Gabiano**, présentée par M. A. Cotton.

Les premiers résultats de nos mesures sur les carbures de la série du méthane ont déjà été publiés ([1]), mais ces nombres étaient seulement indiqués à titre provisoire, en raison des difficultés d'ordre chimique que nous avions à surmonter. Les mesures polarimétriques sont relativement très précises (résultats concordant souvent au centième de degré), mais il est très difficile de connaître exactement le degré de pureté des gaz ([2]). La préparation des carbures par les organomagnésiens ne donne pas un corps parfaitement pur, au moins dans tous les cas. Le gaz qui se dégage renferme une certaine quantité de dérivés éthyléniques et vraisemblablement de l'hydrogène. Les premiers sont facilement éliminés par le brome, mais il est malaisé de se débarrasser du second, dont la présence diminue la constante de Verdet du gaz. Ces réactions secondaires sont surtout sensibles dans le cas du butane; on s'explique ainsi l'écart anormal (par rapport aux autres), que nous avions trouvé entre la constante du butane et celle du pentane (ce dernier gaz étant préparé par vaporisation du liquide). La seule méthode de purification absolument sûre est la distillation des gaz liquéfiés. Nos moyens ne nous ont pas encore permis d'appliquer ce procédé aux trois premiers gaz de la série, mais nous avons facilement liquéfié le butane. Nous avons pu mesurer ainsi la rotation *spécifique* du butane liquide et du butane gazeux, avec la certitude d'opérer sur la *même matière*. Le méthane, l'éthane et le propane ont été étudiés à nouveau, sans liquéfaction préalable, mais leur préparation et leur purification ont été très soignées. Le méthane nous a paru pur; d'après ce qui a été dit plus haut, il est possible que les nombres obtenus pour l'éthane et le propane soient encore un peu faibles.

Les constantes spécifiques ont été réduites à 0° et 760^{mm} en tenant compte des écarts de compressibilité des gaz; dans le cas du pentane et de l'hexane, les densités de vapeur ont été déterminées exactement par des mesures directes.

([1]) *Bulletin Soc. fr. de Physique*, **294**, 15 mai 1930, p. 101 S.

([2]) Quand on connait, qualitativement, la composition d'un mélange gazeux, renfermant, par exemple, un hydrocarbure et de l'hydrogène ou de l'air, on peut doser rapidement les constituants par l'observation de la rotation magnétique du mélange.

Nous désignons par Λ la constante de Verdet (en minutes), par [Λ] la constante *spécifique* et par $[\Lambda]_M$ la constante *moléculaire;* tous les nombres indiqués correspondent à la raie jaune $\lambda = 578^{\mu\mu}$. Les *dispersions* rapportées à $\lambda = 546^{\mu\mu}$ et $\lambda = 436^{\mu\mu}$ sont voisines de 1,125 et 1,84 pour tous les carbures.

I. — *État gazeux.*

	$\Lambda_0^{760}10^6$ (en minutes).	p.	t.	$\Lambda_0^{760}10^6$.	p.	t.
		mm	o		mm	o
Méthane	13,6 à 14,2	741	17,5	14,6	1600	18
Étane	23,0	780	10	22,0	1730	10
Propane	32,8	781	13,5	32,5	1305	14
Butane (non liquéfié)	38,0	770	11	36,0	1617	19
Butane (distillé)	44,0	824	19			
Pentane (iso)	52,7	670	55			
Hexane	62,0	745	75			

	Méthane.	Éthane.	Propane.	Butane.	Pentane (iso).	Hexane.
$\Lambda_0^{760}10^6$ (adopté)	14,5	23,0	33,0	44,0 (¹)	52,7	62,0
$[\Lambda]10^2$	2,04	1,70	1,65	1,67	1,60	1,55
$[\Lambda]_M 10^2$ (²)	32,5	51,5	72,5	96,5	115	133

II. — *État liquide.*

	Butane.	Pentane (iso).	Hexane.
Densité	0,614 (— 10°)	0,625 (20°)	0,694 (20°)
$[\Lambda]10^2$	1,91	1,90	1,825
$[\Lambda]_M 10^2$	111	136,5	157

III. — *Rapport des rotations spécifiques dans les états gazeux et liquide.*

Butane.	Pentane.	Hexane.
0,87	0,86	0,85

Ces nombres sont très voisins du rapport théorique calculé à partir des indices.

(¹) Ce nombre, obtenu à partir du butane *distillé*, paraît le plus sûr, mais néanmoins un peu grand. Le butane liquide renferme peut-être un peu de butylène, ayant échappé à l'absorption par le brome.

(²) La différence correspondant à l'addition d'un CH^2 est 20,5, en moyenne. En supposant négligeable l'effet de *structure*, on obtiendrait pour la série normale :

	Méthane.	Éthane.	Propane.	Butane.	Pentane.	Hexane.
$[\Lambda]_M$	32,5	53	73,5	94	114,5	135

THERMOCHIMIE. — *Contribution à l'étude de l'oxydabilité réversible des corps organiques : thermochimie de l'oxydation du rubrène.* Note de MM. **Charles Dufraisse** et **Léon Enderlin**, transmise par M. Delépine.

L'oxydabilité réversible, ou aptitude à former avec l'oxygène des oxydes dissociables, ne pouvait guère être prévue chez les corps organiques, car l'oxydation du carbone, de l'hydrogène, et de leurs composés est généralement accompagnée d'une chute d'énergie trop grande pour laisser espérer un facile retour en arrière, tout au moins aux basses températures.

Aussi les pigments respiratoires (hémoglobines), les seuls corps organiques où l'oxydabilité réversible ait été reconnue jusqu'à ces dernières années, avaient-ils la réputation d'être redevables de cette propriété à leur constituant minéral, l'atome de fer.

La découverte du rubrène, $C^{42}H^{28}$, a montré sans conteste que cette propriété pouvait appartenir aussi à des corps purement organiques : l'oxyrubrène, $C^{42}H^{28}O^{2}$, formé par absorption d'une molécule d'oxygène, est dissociable déjà à la température ordinaire [1].

Il était dès lors intéressant, pour pénétrer le mécanisme de ce curieux phénomène, d'évaluer les échanges d'énergie qui s'y manifestent. D'autant que le rubrène a l'avantage, pour une telle étude, de fournir avec l'oxygène, en dehors de l'oxyde dissociable, d'autres oxydes non dissociables et, par suite, très commodes comme termes de comparaison. C'est pourquoi nous avons brûlé dans la bombe calorimétrique, le rubrène, son oxyde dissociable (oxyrubrène), le monoxyde (métrubrène) [2] et le dioxyde (isooxyrubrène) [3], ces deux derniers réductibles en rubrène mais non dissociables.

On a utilisé la bombe Moureu à revêtement de platine et le calorimètre Landrieu, auquel toutefois on a apporté quelques modifications de détail. L'étalonnage de l'appareil a été effectué avec l'acide benzoïque du Bureau of Standards.

On a rencontré de grandes difficultés expérimentales provenant surtout de ce que le rubrène et ses dérivés brûlent mal dans l'oxygène comprimé. Même quand il ne reste pas de résidu charbonneux appréciable, la combus-

---

(1) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et L. Girard, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1166.
(2) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et L. Enderlin, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1528.
(3) Ch. Dufraisse et M. Badoche, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 104.

tion est souvent incomplète : un peu d'oxyde de carbone lui échappe fréquemment. On peut tourner la difficulté par l'addition d'un combustible auxiliaire (paraffine) ; mais nous avons réussi également à obtenir de bonnes combustions grâce à un tour de main qui évite l'intervention du combustible auxiliaire et l'imprécision qui en résulte. Cette longue mise au point a consommé plus de 50^g de rubrène.

Une autre difficulté s'est présentée quand il a fallu rapporter à la molécule-gramme la chaleur de combustion de l'oxyrubrène. Ce corps, on le sait, n'est pas connu sans solvant de cristallisation : si l'on essaye de l'en priver il se décompose. Or, aucune des méthodes en usage ne permet de déterminer la teneur en solvant avec une grande exactitude (1) : ni la cryoscopie, trop incertaine, ni l'analyse élémentaire, dont les données ne sont que peu influencées par la teneur en solvant (2), ni enfin la détermination directe par dissociation, à cause de la libération de corps volatils (phénol, etc.) par décomposition partielle du produit.

Ce dernier procédé étant celui qui comporte le moins d'incertitudes, c'est à lui que l'on s'est adressé : une nouvelle série de déterminations très soignées a donné des chiffres relativement peu éloignés de $0^{mol},5$ de benzène par molécule d'oxyrubrène, valeur en accord avec les déterminations antérieures de Moureu, Dufraisse et Girard : c'est elle que l'on a adoptée pour les calculs.

Le premier et principal problème d'énergétique posé par l'oxydabilité réversible du rubrène consistait à rechercher si la formation de l'oxyde dissociable n'était pas endothermique, comme certains arguments pouvaient le laisser supposer. L'oxyrubrène, en effet, ne se forme que sous l'influence de radiations, dont il aurait pu conserver partiellement l'énergie. D'autre part, son étrange propriété de libérer de l'oxygène s'expliquerait tout naturellement si la pénétration de l'oxygène dans le rubrène était accompagnée d'un effet endothermique. Enfin l'émission de lumière au moment de la dissociation, que nous avons signalée antérieurement, semblerait manifester un excédent d'énergie.

Chaleurs de formation du rubrène et de ses oxydes
(grandes calories par molécule-gramme).

Rubrène R.	Oxyde dissociable $R[O^2]$ (Oxyrubrène).	Dioxyde RO^2 (Isooxyrubrène).	Monoxyde RO (Metrubrène).
—131	—108,4	—50,4	—92,4

(1) Ch. Moureu, Dufraisse et L. Girard, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1027.

(2) Ainsi la teneur en carbone varie de 89,68 à 89,51 et à 89,47 pour 100 pour une teneur en benzène variant de 1^{mol} à $0^{mol},5$ et à $\frac{1}{3}$ de molécule.

Les valeurs données dans ce tableau tranchent définitivement la question : il y a perte de 23^{cal} par passage du rubrène à son oxyde dissociable. A la vérité, ce dégagement de chaleur est encore très éloigné de celui que produit généralement l'introduction de deux atomes d'oxygène dans une molécule organique, soit environ 50^{cal} pour la création de deux fonctions oxyde d'éthylène $=C—C=$ (pont O) et environ 100^{cal} pour la création de deux carbonyles $=CO$ [1]. En tous cas il est très inférieur à celui qui correspond à la formation des deux autres oxydes du rubrène; soit 39^{cal} pour un atome d'oxygène (monoxyde) et 81^{cal} pour deux atomes (isooxyrubrène).

L'ensemble des valeurs trouvées fournit d'utiles données dont nous comptons nous servir pour élucider la constitution des corps étudiés et le mécanisme de leur formation.

Mais une conclusion fort nette se dégage immédiatement : puisque l'oxydation photochimique du rubrène est exothermique, la lumière n'y a qu'une action catalytique et pourra donc être suppléée par un catalyseur approprié.

Ainsi tend à disparaître la seule différence notable qui séparait l'oxydabilité réversible du rubrène de celle de l'hémoglobine, c'est-à-dire l'apparente nécessité d'une phase photochimique pour l'une et non pour l'autre : l'oxydabilité réversible apparaît alors comme étant de même nature chez le rubrène et chez les pigments respiratoires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La tension de vapeur des gelées.*
Note de M. **E.-H. Buchner**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note sous le même titre, M. Paul Bary est revenu sur la question du dégonflement d'une gelée gonflée dans un liquide, lorsqu'elle est placée dans la vapeur saturée du même liquide [2]. Or je croyais avoir démontré par des expériences soigneuses [3], confirmées depuis par Miss Lloyd [4], que le phénomène ne se produit pas quand la vapeur,

(1) Henri Moureu, *Ann. de Chim.*, 10e série, **14**, 1930, p. 390.
(2) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1227.
(3) Wolff et Buchner, *Zeitschr. phys. Chem.*, **89**, 1915, p. 271.
(4) *Biochem. Journal*, **14**, 1921, p. 147.

dans laquelle la gelée est placée, est rigoureusement saturée. Des doutes se sont donc élevés quant à la justesse de l'expérience décrite par M. Bary : ils m'ont conduit à répéter celle-ci.

Comme ce savant l'a indiqué, j'ai placé un petit tube de verre rempli d'une gelée de gélatine verticalement dans de l'eau de telle façon que la partie supérieure s'élève de 1^{mm} au-dessus de la surface de l'eau. L'eau se trouvait dans un dessiccateur très petit, condition importante pour la saturation complète de la phase gazeuse, ainsi qu'il est démontré dans le Mémoire cité. A côté de ce tube se trouvait un autre semblable également rempli de gélatine, mais dont l'extrémité supérieure était fermée. Les parties inférieures des deux gelées plongeant dans l'eau se gonflaient fortement. La partie supérieure de la première gelée qui se trouvait dans la vapeur ne semblait pas s'altérer beaucoup, quand on examinait, à quelques jours d'intervalle, sa dureté : en tout cas, on ne pouvait pas constater d'augmentation de la rigidité.

Après un mois j'ai terminé l'expérience et déterminé la teneur en gélatine de différentes parties de la gelée, par dessiccation complète dans le vide d'un dessiccateur à acide sulfurique. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Pour 100.
Gelée originale	21
Partie inférieure de la première gelée	14,2
» deuxième gelée	14,7
Partie supérieure de la première gelée	18,0
» deuxième gelée	18,1

Il suit de ces expériences que la partie de la gelée qui se trouvait dans la vapeur ne s'est pas du tout desséchée : au contraire, elle aussi a absorbé de l'eau, mais conformément à ce qu'on pouvait prévoir, beaucoup moins que la partie plongeant dans l'eau. Le fait qu'on trouve la même teneur en eau dans la partie supérieure du tube fermé, prouve que l'écart entre les teneurs des différentes parties de la gelée ne peut être attribué à une perte d'eau que subirait la gelée se trouvant dans la phase gazeuse. Il me semble indiquer que l'absorption de l'eau s'accomplit surtout par ascension de l'eau dans la gelée et non pas par absorption de la vapeur.

L'interprétation de l'expérience étant mise en évidence de cette façon, je ne discuterai pas l'explication théorique que M. Bary en a donnée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La tension de vapeur des gelées. Réponse à M.* E. H. BUCHNER. Note de M. **PAUL BARY**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note présentée récemment à l'Académie, M. Büchner critique un travail paru au mois de mai dernier (*Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1227), dans lequel je proposais une explication du phénomène, considéré comme paradoxal, du gonflement différent que prennent les colloïdes lyophiles dans les liquides et dans leurs vapeurs saturées.

L'opinion de M. Büchner est qu'il n'y a plus à revenir sur cette question, ses expériences faites avec M. L. K. Wolff et publiées en 1915 ayant démontré que le phénomène observé et décrit par de nombreux observateurs depuis Schroeder, cesse d'être observable lorsqu'on prend les soins nécessaires pour expérimenter correctement. A cette opinion, je crois qu'il y a quelques objections à faire.

Tout d'abord, si les expériences de MM. Wolff et Büchner ont mis en évidence que, dans des conditions déterminées d'expériences, la gélatine fortement gonflée d'eau ne diminuait pas de poids dans la vapeur saturée, ils n'ont pas montré que cette gélatine pouvait absorber autant d'eau dans la vapeur que dans le liquide, si long que puisse être le temps pris pour laisser le gonflement se produire. Cette condition devrait cependant être remplie pour que les gelées rentrent dans le cas général des dissolutions.

En second lieu; les conditions particulières d'expérience pour observer qu'il n'y a pas d'eau évaporée par la gelée dans une atmosphère saturée sont telles que, d'après ma théorie, l'échauffement que doit prendre la gelée pour que cette évaporation puisse se produire est empêché par les précautions prises pour maintenir tous les éléments du système à une température uniforme. J'ai d'ailleurs signalé déjà cette difficulté dans un Mémoire lu à l'Assemblée générale de la Société des Chimistes du Caoutchouc (Francfort, juin 1930) au sujet des expériences que j'avais faites pour tenter de mettre en évidence une différence entre les tensions de vapeur d'une gelée et de son liquide de gonflement, expériences qui péchaient par la même cause. En effet, d'après les mesures de Wiedmann et Lüdeking, dans la partie du gonflement qui se produit avec absorption de chaleur, il est nécessaire pour qu'il y ait évaporation que la température de la gelée s'élève d'une quantité appréciable au-dessus de la température du liquide, toutes les particularités du phénomène en discussion reposant sur ce point. Il est donc indispensable que la chaleur dégagée par le gonflement de la gelée soit employée dans la

plus grande porportion possible à échauffer cette gelée et à augmenter sa tension de vapeur.

Quant à la critique faite à l'expérience que j'ai citée dans ma Note, celle-ci avait uniquement pour but, ainsi que je l'ai dit, de montrer qu'il n'y avait pas « distillation continue de l'eau au travers de la gélatine » ; un tel résultat est en accord avec les observations de M. Büchner et l'expérience ne peut sembler inexacte que si on lui fait dire plus. Si j'avais eu pour but dans cette expérience de confirmer la réalité du dégonflement des gelées dans la vapeur saturée, je n'aurais pas utilisé une méthode qui rend impossible la production du phénomène.

Donc, si l'observation de Wiedmann et Lüdeking est exacte, ainsi qu'il semble très probable, non seulement le phénomène de Schroeder est réel sans être en contradiction avec la thermodynamique, mais encore son existence aurait pu être prévue.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dispersion de réfraction des carbures cyclaniques.* Note de M. **Marcel Godchot** et de Mlle **G. Cauquil**, transmise par M. Delépine.

La présente Note a pour but de faire connaître les résultats obtenus par nous en déterminant pour un certain nombre de carbures cyclaniques le quotient $\frac{\Delta n}{d}$, désigné sous le nom de dispersion spécifique par M. Darmois ([1]); Δn représente la différence $n - n'$ des indices de réfraction d'un carbure donné pris à la même température pour deux longueurs d'onde λ et λ'; d désigne la densité du carbure prise à la même température que l'indice. Nous avons opéré sur 12 carbures saturés et sur 11 carbures non saturés possédant une seule double liaison; tous ces carbures appartiennent à l'une ou l'autre des séries cyclopentanique, cyclohexanique, cycloheptanique ou cyclooctanique.

A part quelques-uns de la série cyclohexanique et dont la dispersion spécifique avait du reste été déjà déterminée ([2]), ces carbures ont été préparés par nous-mêmes par des procédés qui seront décrits ailleurs; signalons seulement ici que les carbures non saturés nous ont fourni les

---

([1]) *Comptes rendus*, **171**, 1920, p. 952.

([2]) *Chimie et Industrie* (*Cinquième Congrès de Chimie industrielle*, 1926, p. 338; et *septième Congrès de Chimie industrielle*, 1928, p. 262).

carbures saturés correspondants par hydrogénation catalytique à l'aide de l'oxyde de platine comme catalyseur.

Les indices de réfraction ont été pris à l'aide du réfractomètre de Pulfrich, en utilisant la raie jaune D du sodium $\lambda_1 = 0^\mu,589$ et la raie violette α du mercure $\lambda_2 = 0^\mu,436$.

Ces travaux furent entrepris sous les auspices du Ministère de l'air qui a bien voulu les subventionner; le tableau ci-dessous résume l'ensemble de nos déterminations :

1° *Carbures saturés.*

Carbures.	Densités à 13°5.	$n_D^{13°,5}$.	$n_\alpha^{13°,5}$.	Δn.	$\frac{\Delta n}{d}$.
Cyclopentane	0,7502	1,4100	1,4193	93	123.10⁻⁴
Méthylcyclopentane	0,7511	1,4111	1,4202	91	121
Cyclohexane	0,7820	1,4272	1,4368	96	122
Méthylcyclohexane	0,7738	1,4255	1,4352	97	125
Diméthyl-1.2-cyclohexane	0,7920	1,4340	1,4439	99	125
Diméthyl-1.3-cyclohexane	0,7772	1,4278	1,4377	99	126
Diméthyl-1.4-cyclohexane	0,7756	1,4270	1,4366	96	124
Triméthyl-1.3.4-cyclohexane	0,7981	1,4344	1,4446	102	127
Cycloheptane	0,8136	1,4466	1,4563	97	119
Méthylcycloheptane	0,8087	1,4436	1,4536	100	124
Cyclooctane	0,8396	1,4610	1,4719	109	130
Méthylcyclooctane	0,8405	1,4567	1,4672	105	124

2° *Carbures non saturés.*

Carbures.	Densités à 13°,5.	$n_D^{13°,5}$.	$n_\alpha^{13°,5}$.	Δn.	$\frac{\Delta n}{d}$.
Cyclopentène	0,7783	1,4256	1,4371	115	148.10⁻³
Méthyl-1-cyclopentène Δ_1	0,7918	1,4309	1,4429	120	151
Cyclohexène	0,8183	1,4494	1,4619	125	150
Méthyl-1-cyclohexène Δ_1	0,8257	1,4543	1,4668	124	150
Méthyl-1-cyclohexène Δ_3	0,8086	1,4449	1,4569	120	148
Diméthyl-1.4-cyclohexène Δ_1	0,8175	1,4486	1,4612	126	151
Triméthyl-1.3.4-cyclohexène Δ_3 ou Δ_4	0,8184	1,4561	1,4688	127	154
Cycloheptène	0,8359	1,4607	1,4733	126	151
Méthyl-1-cycloheptène Δ_1	0,8350	1,4604	1,4732	128	153
Cyclooctène	0,8497	1,4700	1,4829	129	151
Méthyl-1-cyclooctène Δ_1	0,8525	1,4720	1,4850	130	152

L'examen de ce tableau nous permet de tirer les conclusions suivantes :

1° Δn varie pour les carbures d'une façon très régulière, augmentant lorsque le poids moléculaire croît; on constate que les carbures non saturés

donnent un Δn supérieur de plus de vingt unités à celui obtenu pour le carbure saturé correspondant.

2° $\frac{\Delta n}{d}$, ainsi que l'a montré M. Darmois, n'est pas rigoureusement constant pour tous les carbures d'une série donnée, mais la valeur de la dispersion spécifique est sensiblement voisine (à quelques unités près); pour tous les carbures saturés, la moyenne fournit 124; pour les carbures non saturés, la moyenne fournit 151.

3° La nature du cycle ne fait apparaître aucune différence sensible dans cette valeur de $\frac{\Delta n}{d}$; deux carbures saturés isomères comme le méthyl-cyclopentane et le cyclohexane donnent respectivement 121 et 122; le cyclooctène et le méthyl-cycloheptène Δ_1, 151 et 153.

4° Toutes ces observations ne font du reste que confirmer, en les généralisant un peu, les faits déjà signalés par M. Darmois; elles peuvent, en particulier, comme l'ont montré M. Mautte et M. Dixmier, permettre d'apprécier assez exactement la teneur en carbures benzéniques existant dans une essence, puisque $\frac{\Delta n}{d}$, pour ces carbures et pour les deux raies que nous avons utilisées, est voisin de $250 . 10^{-4}$ et que la loi d'additivité des dispersions spécifiques est vérifiée. La valeur de cette méthode de recherche d'abord, et de dosage ensuite, des carbures benzéniques ne peut être troublée par la présence des carbures hydrocycliques en C^5, C^6, C^7, C^8, puisque, d'après nos observations, $\frac{\Delta n}{d}$ est sensiblement constant pour ces carbures, quel que soit le cycle auquel ils appartiennent.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence des oscillations à haute fréquence sur les traitements des produits métallurgiques.* Note de M. **G. Mahoux**, présentée par M. Léon Guillet.

J'ai fait une série de recherches ayant pour but d'améliorer les caractéristiques des produits métallurgiques utilisés dans la construction aéronautique.

J'ai été conduit, dans ce but, à étudier l'influence sur les aciers et sur différents alliages d'oscillations de très haute fréquence.

J'ai constaté que ces phénomènes, combinés ou non, suivant les cas, avec l'action de courants gazeux carburant ou nitrurant, permettaient d'obtenir

des améliorations remarquables des caractéristiques des aciers, et de réaliser des phénomènes de diffusion susceptibles d'applications intéressantes.

Les éprouvettes des métaux traités étaient soit intercalées dans le circuit d'utilisation d'un oscillateur électromagnétique, soit reliées mécaniquement à une plaque d'acier dans laquelle des vibrations à haute fréquence étaient engendrées au moyen d'une self parcourue par un circuit oscillant.

Nous citerons quelques-unes des expériences réalisées. Les deux premières portent sur le durcissement d'aciers de compositions différentes; les deux dernières portent sur des phénomènes de diffusion.

PREMIER ESSAI. — *Composition de l'acier* (acier nickel-chrome-molybdène) :

C.	Ni.	Cr.	Mo.	Si.	Mn.	S.	P.
0,35	3	3	1	0,25	0,25	0,04	0,04

Nature de l'éprouvette (barreau rond de 15^{mm} de diamètre).

Caractéristiques du métal avant l'essai :

Résistance	135 kg/mm^2
Résilience	9^{kgm}
Chiffre Brinell Vickers	380

Nature de l'essai : action des oscillations à haute fréquence pendant 9 heures à 500° dans un courant de gaz ammoniac.

Caractéristiques du métal après l'essai :

Dureté de surface après essai (Brinell-Vickers)	1033
Pénétration de la nitruration	35/100
Résilience de l'âme	11^{kgm},8

Le même essai fait sans que le métal fût soumis aux oscillations a donné :

Dureté de surface	pas de variation mesurable
Pénétration de la nitruration	1/100
Résilience de l'âme	9^{kgm}

DEUXIÈME ESSAI. — *Composition de l'acier* (acier austénitique pour soupapes) :

C.	Cr.	Mn.	Ni.	Mo.	Si.	Tu.	P.	S.
0,31	19,8	0,35	8	0,23	2,5	4	0,01	0,015

Nature de l'éprouvette (barreau de 15^{mm}) :

Résistance avant traitement	80 kg/mm^2
Dureté Vickers-Brinell	235

Nature de l'essai : action des oscillations à haute fréquence pendant 10 heures à 500° dans un courant de gaz ammoniac;

Caractéristiques du métal après essai :

Dureté Vickers-Brinell	en surface	1035
»	à 1^{mm} de la surface	570
»	au centre	472

La susceptibilité magnétique a très fortement augmenté.

Le même essai fait sans que le métal subisse des oscillations n'a donné aucune variation de dureté en surface ou à l'intérieur.

On note donc :

1° Une nitruration beaucoup plus rapide;

2° Un durcissement plus élevé;

3° Une amélioration très sensible des qualités de l'âme des éprouvettes.

TROISIÈME ESSAI. — Pénétration du chrome dans l'acier doux.

Composition de l'acier :

C.	Mn.	Si.	S.	P.
0,1	0,25	0,25	0,03	0,03

Nature de l'éprouvette : Barreau de 15^{mm}.

Nature de l'essai : L'éprouvette a été chromée par électrolyse et soumise à l'action des oscillations à haute fréquence pendant 9 heures à 530°.

L'examen micrographique montre que le chrome a pénétré sur une profondeur de $0^{mm},35$.

Toutes choses égales d'ailleurs, une éprouvette non soumise aux oscillations a donné une profondeur de pénétration nulle.

La couche s'est simplement détachée.

QUATRIÈME ESSAI. — Dans cet essai, la diffusion du carbone d'une fonte sous l'action des vibrations à haute fréquence s'est produite de l'intérieur vers le milieu non carburé qui l'entourait (air).

Composition de la fonte :

Carbone total.	Graphite.	Si.
3,10	229	1,40

Nature de l'éprouvette : Barreau de 15^{mm}.

Nature de l'essai : Action des oscillations à haute fréquence pendant 10 heures à 530° dans un courant d'air.

Résultats : L'éprouvette s'est recouverte de carbone pulvérulent sur une épaisseur de $\frac{3}{10}$ de millimètre, la profondeur décarburée atteignait $\frac{8}{10}$ de millimètre.

Remarques sur la Communication précédente par M. **Léon Guillet**.

Au mois de juin dernier, M. G. Mahoux a bien voulu m'indiquer les premiers résultats qu'il obtenait au laboratoire des usines de la Société Lorraine-Diétrich. La Note précédente résume quelques-uns de ces résultats.

Ceux-ci me parurent d'un intérêt scientifique et industriel d'une telle importance que je demandais à M. Mahoux de répéter ses expériences et de les étendre suivant un programme que je lui traçais, d'accord avec MM. Aubert et Duval qui se sont spécialisés dans la nitruration.

Outre la station d'essais des usines de la Société Lorraine-Diétrich, une autre station de recherches fut créée aux usines de MM. Aubert et Duval à Gennevilliers. Ces recherches ont non seulement confirmé les premiers résultats, mais ont singulièrement développé le très grand intérêt de la question qui se présente aujourd'hui de la façon suivante :

1° Dans les mêmes conditions, notamment à même température, certaines réactions intéressant les traitements métallurgiques, notamment la nitruration, ont lieu avec une vitesse beaucoup plus grande et les résultats de l'opération, notamment la dureté superficielle, sont nettement améliorés, tandis que les propriétés de l'ensemble de la pièce sont heureusement modifiées.

2° On peut produire, sous l'influence des vibrations, certaines réactions à des températures plus basses, auxquelles ces réactions ne se produisent pas ou du moins très lentement, en l'absence de ces vibrations. C'est ainsi que le nickel déposé en surface de pièces d'acier peut être absorbé par celles-ci dès la température de 450°.

3° Certains aciers soumis aux vibrations, après traitement thermique, sont nettement améliorés.

4° Il en est de même d'un grand nombre d'alliages actuellement à l'étude.

On conçoit aisément que les vibrations des pièces permettent de vaincre les résistances passives.

Une telle découverte engendre naturellement un très vaste programme d'essais que nous commençons à réaliser et qui peut, d'ailleurs, sortir très largement du champ métallurgique.

Nous nous proposons d'ailleurs de déterminer les propriétés des métaux et alliages pendant qu'ils sont soumis à l'action même des vibrations. Il est, d'ailleurs, probable que, pour chaque application, il existe des conditions

optimum de vibrations. Grâce à la bienveillante intervention de notre confrère, M. le général Ferrié et de ses collaborateurs, il nous sera, sans doute, possible de préciser ce dernier point.

M. DE BROGLIE signale que dans une Note de M. ZAJAC qu'il présente au cours de la même séance, l'auteur a mis en évidence une influence des oscillations électriques sur la luminescence de la vapeur de mercure soumise en même temps à une excitation lumineuse.

Comme il s'agit là de déplacements d'électrons superficiels, on peut voir dans une telle action un phénomène qui pourrait se relier aux modifications d'ordre chimique qui viennent d'être évoquées.

COLLOÏDES. — *Sur une méthode permettant de suivre la variation du nombre des particules au cours de l'évolution d'une solution colloïdale. Application au sérum sanguin.* Note [1] de M. **AUGUSTIN BOUTARIC**, présentée par M. C. Matignon.

1. Lord Rayleigh a montré qu'un milieu trouble formé de petites particules sphériques en suspension dans un fluide possède, vis-à-vis de la lumière, un coefficient d'absorption (ou densité optique) qui, par unité d'épaisseur, a pour expression

$$h = \mathrm{AN}v^2 \frac{n^2 - n_0^2}{n^2 + 2n_0^2}, \tag{1}$$

N désignant le nombre des particules par unité de volume, v leur volume, n l'indice de la matière qui les constitue, n_0 l'indice du fluide où elles sont en suspension et A une constante dépendant de la longueur d'onde.

L'étude des variations qu'éprouve le coefficient h au cours de l'évolution d'une suspension ou d'une solution colloïdale permet de suivre cette évolution. Lorsque les transformations dont la suspension est le siège entraînent un grossissement des particules, ce grossissement peut se produire de manières très diverses, comprises entre les deux cas extrêmes suivants :

a. Les particules s'accolent entre elles sans que le liquide dans lequel elles

---

[1] Séance de 8 décembre 1930.

sont en suspension participe au phénomène, en sorte que le volume d'une particule résultante peut être considéré comme égal à la somme des volumes des particules qui se sont réunies; l'indice de la matière qui constitue les particules n'est pas modifié par la transformation. Le volume total V des particules en suspension étant égal à Nv, la formule (1) peut s'écrire

$$h = \mathrm{AV}v\frac{n^2 - n_0^2}{n^2 + 2n_0^2}. \tag{2}$$

Le volume V demeurant invariable, on voit que h est proportionnel au volume individuel v des particules, du moins tant que ce volume reste assez petit pour que la formule de Lord Rayleigh soit applicable.

b. Le nombre des particules demeure invariable et celles-ci grossissent en fixant le liquide dans lequel elles sont en suspension par une sorte de gonflement, l'indice de la matière qui constitue les particules étant ainsi modifié au fur et à mesure que se produit le grossissement. Si l'on désigne par n' et v' l'indice et le volume des particules à un moment donné de l'évolution, le nombre des particules n'ayant pas varié, le coefficient h devient

$$h' = \mathrm{AN}v'^2\frac{n'^2 - n_0^2}{n'^2 + 2n_0^2}.$$

Entre les valeurs initiales de u et v et leurs valeurs actuelles n' et v', la loi dite des mélanges donne

$$v'\frac{n'^2 - 1}{n'^2 + 2} = v\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} + (v' - v)\frac{n_0^2 - 1}{n_0^2 + 2},$$

c'est-à-dire

$$v'\frac{n'^2 - n_0^2}{n'^2 + 2} = v\frac{n^2 - n_0^2}{n^2 + 2}. \tag{3}$$

On voit aisément que les valeurs de h' et h sont entre elles dans le rapport $\frac{v'}{v}\frac{(n'^2+2)(n^2+2n_0^2)}{(n^2+2)(n'^2+2n_0^2)}$, et comme les valeurs de n^2 et n'^2 ne sont jamais très différentes de n^2, il reste sensiblement

$$\frac{h'}{h} = \frac{v'}{v}.$$

Dans ce cas encore, le coefficient h peut être considéré comme proportionnel au volume v des particules individuelles.

Les résultats précédents subsistent dans le cas d'une évolution complexe qui mettrait en jeu simultanément un accolement des particules et un gon-

flement de celles-ci par le solvant : dans tous les cas, le coefficient h est proportionnel au volume moyen v des particules.

2. La viscosité η d'une suspension dépend, au contraire, non du volume individuel des particules mais du volume total φ qu'occupent ces particules dans la suspension. En désignant par η_0 la viscosité du liquide utilisé comme solvant, ce volume φ est une fonction croissante de $\frac{\eta}{\eta_0}$ qui peut revêtir diverses formes proposées par Einstein, Arrehnius, Kunitz, etc.

Si, au cours d'une évolution, les particules grossissent par accolement sans qu'intervienne le solvant, le volume total des particules ne varie pas et la viscosité conserve la même valeur. Si les particules grossissent par gonflement dans le solvant, la viscosité η va en croissant.

3. La comparaison des mesures de viscosité et du coefficient d'absorption lumineuse permet d'étudier comment varie le nombre N des particules en suspension. Le volume total φ des particules étant une fonction $f\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)$ de la viscosité relative de la suspension par rapport au solvant et le coefficient h d'absorption lumineuse étant proportionnel au volume v des particules individuelles, le quotient $\frac{1}{h} f\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)$ est proportionnel au nombre N de ces particules.

4. M. Lecomte du Noüy, à qui l'on doit un très bel ensemble de recherches sur les transformations qu'une élévation de température fait éprouver au sérum sanguin, ayant bien voulu nous communiquer les résultats de quelques-unes des mesures de viscosité et d'absorption lumineuse faites sur du sérum de cheval chauffé à diverses températures, nous avons étudié, par la méthode précédente, la variation qu'éprouve le nombre N des particules de sérum au cours de l'évolution produite par la chaleur. Les résultats de cette étude, dont le détail sera publié ailleurs, montre que le nombre de particules présentes dans le sérum ne varie pas au cours des transformations que produit l'échauffement. Les molécules de sérum gonflent par fixation d'eau sans que leur nombre varie. Ces résultats confirment, d'une manière très nette, les conclusions formulées par M. Lecomte du Noüy à partir d'autres considérations.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la détonation des explosifs solides.* Note de MM. **P. Laffitte** et **M. Patry**, présentée par M. H. Le Chatelier.

En appliquant pour la première fois aux explosifs solides la méthode d'enregistrement photographique de Mallard et Le Chatelier, l'un de nous a pu étudier les phénomènes lumineux provoqués par la détonation ([1]). Mais afin d'enregistrer non seulement ces phénomènes photogéniques, mais aussi ceux qui sont incapables d'impressionner la pellicule sensible, nous avons adjoint à notre dispositif habituel ([2]) une puissante source lumineuse (lampe à arc). Le faisceau lumineux traverse le tube contenant l'explosif dans la partie située au delà de celui-ci. De la sorte, une perturbation — telle qu'une onde de compression — produisant une variation de l'indice de réfraction de l'atmosphère du tube, modifie l'intensité de la lumière arrivant sur la pellicule sensible. Le front d'une telle onde se propageant dans le tube donnera une image dont l'inclinaison permettra de calculer la vitesse de propagation du phénomène. Afin d'éviter les perturbations optiques causées par les parois du tube de verre, celui-ci est placé entre deux plaques d'acier munies de fentes horizontales de 1^{mm} de hauteur. Ces fentes sont situées dans le même plan horizontal que l'axe du tube contenant l'explosif; les rayons lumineux traversent ainsi le tube normalement aux parois, et parviennent ensuite à l'objectif photographique.

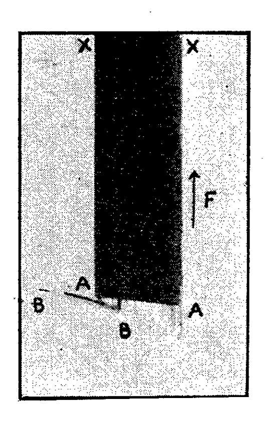
Cette méthode nous a permis de mettre très nettement en évidence les phénomènes suivants qui se propagent au delà de la colonne d'explosif (fulminate de mercure, dynamite, acide picrique, tétryl, etc.) lorsque la détonation a lieu dans un tube de verre :

1° Il se propage dans les parois du tube de verre un phénomène qui rend le verre partiellement, ou quelquefois même complètement opaque. La vitesse de propagation de ce phénomène ne s'amortit que fort peu dans le cas de tubes de 75^{cm} de longueur. Elle est de l'ordre de 6 à 7000 m/sec avec de la dynamite sous une densité de chargement de 1,1 environ dans des tubes de 15^{mm} de diamètre. Il s'agit bien d'un phénomène se propageant dans le verre, car si l'on emploie un tube en acétate de cellulose ou en cellophane, on ne l'observe plus. Il en est de même si l'on élimine toutes parois en utilisant un tube métallique muni de deux fentes horizontales. Au

([1]) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1277.

([2]) *Ann. Phys.*, 7e série, **14**, 1925, p. 587.

contraire, si l'on remplit le tube de verre sur une longueur d'une trentaine de centimètres par un corps tel que du sable, le phénomène est visible au delà de cette colonne. Enfin, on l'observe encore avec une épaisse lame de verre à faces parallèles au contact de laquelle on fait détoner une capsule de fulminate de mercure.



Ce phénomène est nettement visible sur le négatif photographique reproduit ci-dessus, relatif à la détonation du fulminate de mercure (capsule de $1^{g},5$) dans un tube de 11^{mm} de diamètre. Ce tube était éclairé sur une longueur de $18^{cm},5$ à partir d'une distance de 32^{cm} du détonateur (non photographié, mais situé sur la partie gauche de la figure). C'est le pinceau lumineux, de $18^{cm},5$ de largeur, qui a impressionné le film en XAXA, ce dernier se déplaçant dans le sens de la flèche F. La lumière a été en grande partie arrêtée en AA par les parois du tube de verre lorsqu'elles ont été rendues opaques par le phénomène étudié. L'inclinaison de la droite AA permet de connaître la vitesse de propagation de ce phénomène dans le verre (environ 7000 m/sec dans le cas présent).

2° Il se propage dans l'air une onde de compression (ou onde de choc) non lumineuse, en même temps que des gaz lumineux sont lancés en avant. La vitesse de propagation de ces deux phénomènes est la même sur un parcours de quelques décimètres. Comme ils prennent naissance au même instant (lorsque détone la dernière tranche d'explosif) leurs fronts coïncident pendant un certain temps. C'est ce qui explique que nous ayons d'abord attribué ce phénomène à une seule des deux causes, l'onde de choc, alors que d'autres auteurs l'attribuent seulement aux gaz en combustion. Mais les deux phénomènes sont bien distincts, car si leurs vitesses de propagation sont les mêmes au début, celle des gaz s'amortit beaucoup plus

rapidement que celle de l'onde de choc. Ainsi avec de la dynamite sous une densité de chargement de 1,1, la vitesse de l'onde de choc ainsi que celle des gaz lumineux est au début de 7000 m/sec. Mais à 60^{cm} environ de la fin de la colonne de dynamite la vitesse de propagation des gaz lumineux est de 1750 m/sec alors que celle de l'onde de choc est encore de 2300 m/sec. On voit sur la photographie l'image BB des gaz lumineux qui sont très photogéniques. Mais l'onde de choc n'a pas été mise en évidence car les parois du tube de verre ont été rendues presque complètement opaques par le phénomène qui s'y propage (et qui précède les autres puisqu'il ne s'amortit que fort peu). Nous avons dû pour photographier l'onde de choc employer des tubes métalliques munis de fentes horizontales.

CHIMIE MINÉRALE. — *Diagramme de fusion des systèmes* $HgBr^2 — HgSO^4$ *et* $HgCl^2 — HgSO^4$. Note (1) de M. **M. Paić**, présentée par M. G. Urbain.

Dans un travail précédent (2), nous avons établi le diagramme de fusion du système $HgSO^4 — HgI^2$. De la même façon, nous avons déterminé les diagrammes de fusion des systèmes $HgBr^2 — HgSO^4$ et $HgCl^2 — HgSO^4$. Dans la suite, nous désignerons les proportions de $HgSO^4$ dans les mélanges en molécules pour 100.

I. Dans la figure 1 est représenté le diagramme de fusion du système $HgBr^2 — HgSO^4$. Il est probable qu'il existe un mélange eutectique fondant à 236°, et dont la teneur en $HgSO^4$ est moindre de 1 pour 100; la méthode employée ne permet pas de déceler avec certitude l'existence de cet eutectique. A partir de cette teneur, la courbe de fusion monte vivement; pour 30 pour 100 de $HgSO^4$, le point de fusion du mélange s'élève à 506°.

A cause des pressions notables développées dans le tube scellé dans ces conditions, il est dangereux d'opérer à des températures plus élevées. Pour les mélanges contenant plus de 30 pour 100 de $HgSO^4$, nous nous sommes borné à déterminer la température du commencement de la fusion des mélanges. Cette température reste constante dans le domaine qu'on peut explorer.

Les rœntgenogrammes, suivant la méthode de Debye et Scherrer, du mélange contenant 30 pour 100 de $HgSO^4$ sont faits de la superposition

(1) Séance du 8 décembre 1930.

(2) M. Paić, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 941.

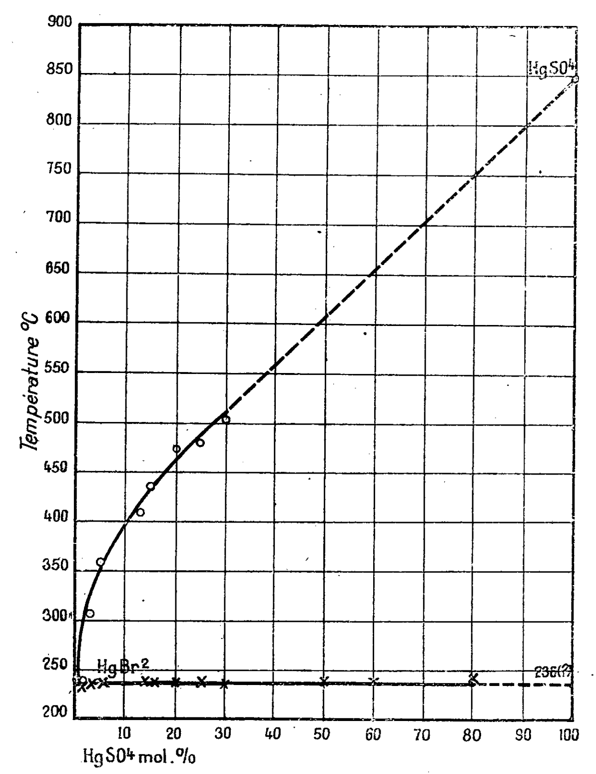


Fig. 1. — Diagramme de fusion du système $HgBr^2 - HgSO^4$.

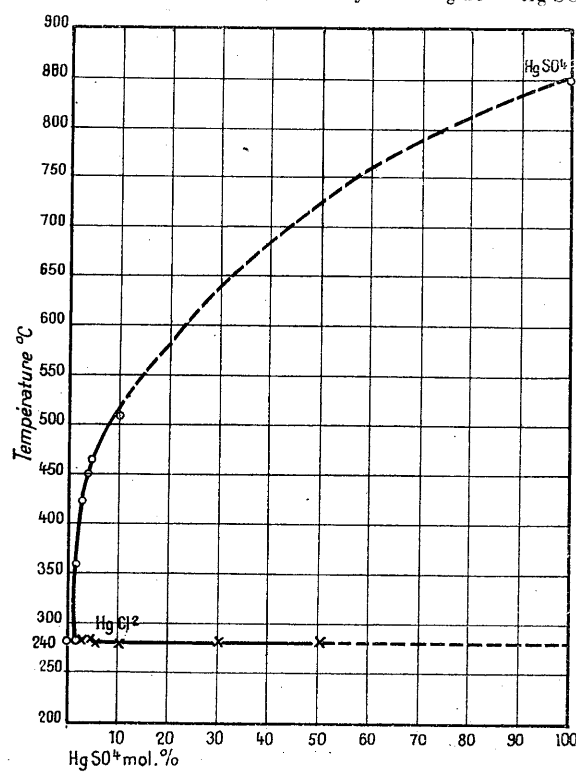


Fig. 2. — Diagramme de fusion du système $HgCl^2 - HgSO^4$.

des diagrammes caractéristiques de $HgSO^4$ et $HgBr^2$. Dans ce système, il n'y a donc pas de combinaison entre les deux composants. On a alors le droit d'extrapoler la courbe jusqu'au point de fusion de $HgSO^4$.

II. La figure 2 représente le diagramme de fusion du système $HgCl^2 - HgSO^4$. La solubilité de $HgSO^4$ dans $HgCl^2$ fondu est encore plus petite que dans $HgBr^2$: le point de fusion d'un mélange contenant 10 pour 100 de $HgSO^4$ est 512°. Pour cette teneur, la méthode de Debye et Scherrer ne permet pas de déceler $HgSO^4$. Cependant, par une fusion fractionnée, on a pu concentrer la phase $HgSO^4$ et prouver ultérieurement son existence par la méthode rœntgenographique. Les mêmes conclusions sont valables quand on dissout $HgSO^4$, soit dans $HgBr^2$ fondu, soit dans $HgCl^2$ fondu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les carbonates acides ammoniaco et potassico-dimagnesiens*. Note de M. **Édouard Urbain**, présentée par M. G. Urbain.

A. Les réactions

$$3MgCO^3 + 2KCl + CO^2 + aq = MgCl^2 + 2MgKH(CO^3)^2, 4H^2O$$

Sel d'Engel monomagnésien

et $$NH^4HMg(CO^3)^2 4H^2O + KCl = NH^4Cl + MgKH(CO^3)^2, 4H^2O$$

ont été étudiées la première par Engel ([1]), puis Precht, la deuxième par Bortsch. Ces derniers auteurs les ont signalées dans des brevets.

Ces réactions sont réversibles; aussi, pour en améliorer le rendement, les auteurs ont augmenté la concentration en KCl.

J'ai repris l'étude de ces réactions en commençant par la réaction plus simple $CO^3Mg3H^2O + CO^3KH = MgKH(CO^3)^2, 4H^2O$.

Le carbonate de magnésie est délayé dans un peu d'eau chargée de CO^3Mg dans un courant de CO^2, et additionnée de quantités variables de bicarbonate de potasse. Un courant de CO^2 favorise l'agitation. La fin de la réaction est marquée par le fait que les eaux mères surnagent très claires au-dessus de la masse cristallisée. Au point de vue rendement, on doit refroidir toute la masse vers 0°.

Après essorage et séchage à l'air sec, les cristaux sont analysés dans le

([1]) Engel, *Comptes rendus*, 92, 1881, p. 725.

tube à analyse organique dans un courant d'air sec et privé de CO^2, les gaz et vapeurs sont recueillis dans les équipages desséchants et d'absorption.

	I. $1^{mol}MgCO^3$. $2^{mol}CO^3KH$.	II. $1^{mol}MgCO^3$. $1^{mol}CO^3KH$.	III. $2^{mol}MgCO^3$. $1^{mol}CO^3KH$.
Sel double formé.........	95,80	88,1	95,7
CO^3KH fixé.............	47,90	88,1	95,7

L'analyse des deux premiers essais conduit à la formule du carbonate d'Engel. L'analyse du troisième essai, de cristallisation bien homogène, conduit à la formule $2CO^3Mg.CO^3KH, 4H^2O$.

On peut également préparer ce dernier carbonate par double décomposition entre KCl et le carbonate acide ammoniaco-dimagnésien $2CO^3Mg, CO^3NH^4H, 4H^2O$ de H. Sainte-Claire Deville (1).

La méthode que j'ai employée pour préparer le carbonate acide ammoniaco-dimagnésien est calquée sur la méthode qui vient d'être employée pour le carbonate acide potassico-dimagnésien.

On peut encore préparer avec des rendements presque quantitatifs ces deux carbonates par la réaction suivante :

$$5CO^3Mg + 2RCl + CO^2 + aq = MgCl^2 + 2(CO^3Mg)^2, RHCO^3, 4H^2O.$$

B. Le mélange de sels isomorphes KCl et NH^4Cl dénommé par G. Claude *potazote* fournit, par cette méthode, le mélange des deux carbonates.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de la pipéridine dans un mélange de pyridine et d'homologues supérieurs.* Note (2) de MM. **A. Travers** et **Franquin**, présentée par M. Matignon.

Dans une étude des eaux de condensation du goudron primaire, nous avons été amenés à rechercher les bases hydrogénées à côté de la pyridine et de ses homologues supérieurs. Nous avons pensé qu'une méthode basée sur la différence des forces respectives de ces bases permettrait de résoudre le problème, à la fois qualitativement et quantitativement. Nous avons réussi dans le cas d'un mélange de pipéridine, pyridine, α-picoline, 2.4.6-collidine, αα'-lutidine.

(1) H. Sainte-Claire Deville, *Ann. Phys. et Chim.*, 3e série, 35, 1853, p. 455.
(2) Séance du 8 décembre 1930.

Nous avons d'abord construit électrométriquement les courbes de neutralisation de ces différentes bases (pH centimètres cubes d'acide versés) non encore publiées. Les électrodes utilisées ont été l'électrode à hydrogène, et l'électrode à quinhydrone; jusqu'au voisinage de $pH = 6$, les courbes se superposent.

En raison de la volatilité de la pyridine et de l'α-picoline, l'électrode à hydrogène ou à quinhydrone, plongeant dans la solution de bases, ainsi que le contact ClK/solution, étaient maintenus à 0°. Les potentiels obtenus étaient rapportés à l'électrode normale au calomel saturé à 15°. La formule donnant le calcul de pH doit être modifiée : indiquons le mode de calcul dans le cas de l'électrode à hydrogène.

Soit ΔE la différence de potentiel entre une électrode à hydrogène plongeant dans la solution étudiée, à 0°, et l'électrode normale à hydrogène, également à 0°, on a par définition

$$pH = \frac{\Delta E}{54,1};$$

or ΔE est la différence entre la f. e. m. mesurée, E_m, et la f. e. m. du couple électrode au calomel à 15° et électrode normale à hydrogène à 0°, soit E_c,

$$\Delta E = E_m - E_c;$$

on ne trouve pas dans les tables la valeur de E_c, nous l'avons déduite de nos expériences en mesurant le pH de la solution initiale d'acide sulfurique $\frac{N}{200} \times 0,923$, et *en supposant que ce* pH *est le même à* 15° *et à* 0°; on trouve ainsi :

$$2,4 = \frac{390^{\text{mmv}} - E_c}{54,1},$$

d'où

$$E_c = 260;$$

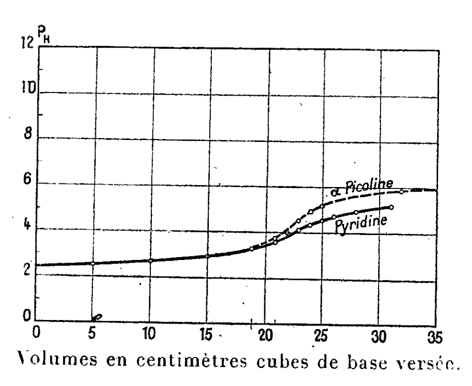
par suite

$$pH = \frac{E_m - 260}{54,1}.$$

Les courbes obtenues (*fig.* 1 et 2) indiquent des virages peu nets dans le cas de la pyridine, et surtout de la collidine 2.4.6, plus nets dans le cas de l'αα'-lutidine, α-picoline, et surtout de la pipéridine. On pouvait s'attendre à ce que la basicité aille en croissant avec le nombre de CH^3, pour les homologues supérieurs de la pyridine; la règle ne paraît pas générale : la collidine 2.4.6 (triméthylpyridine) se révèle moins forte que la lutidine αα'.

Des courbes de neutralisation, nous avons pu déduire des valeurs

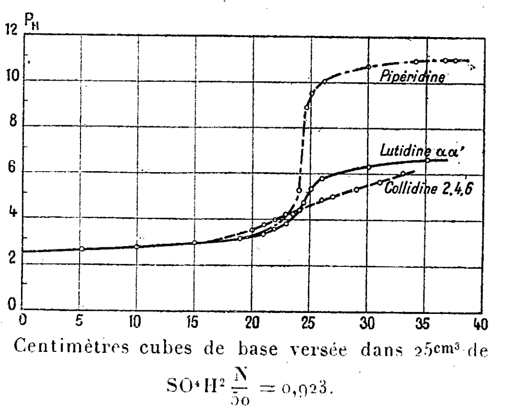
approchées des constantes d'affinité des bases suivantes : pyridine, α-picoline, αα'-lutidine, pipéridine.



Volumes en centimètres cubes de base versée.

Fig. 1. — Courbes de titrage de la pyridine et de l'α-picoline faites avec l'électrode à hydrogène à la température de 0°.
La base est versée dans 25^cm3 de

$$SO^4H^2 \frac{M}{100} = 0,923.$$



Centimètres cubes de base versée dans 25^cm3 de

$$SO^4H^2 \frac{N}{50} = 0,923.$$

Fig. 2. — Courbes de titrage de la collidine 2.4.6, de la lutidine αα' et de la pipéridine, faites avec l'électrode à hydrogène à 15°.

Pour avoir plus de précision, nous avons utilisé les mesures de pH, correspondant à un point de la courbe, éloigné du virage, une faible variation du volume de l'acide entraînant alors une variation très faible de pH.

Voici les nombres trouvés, comparés aux nombres déjà donnés :

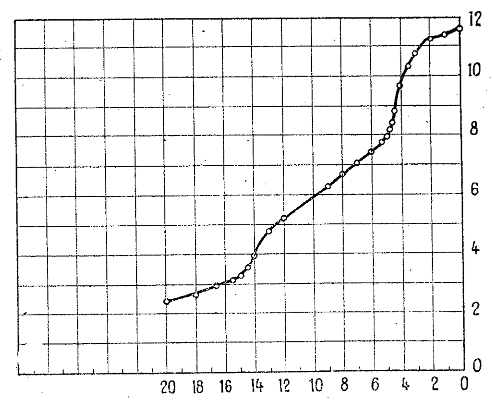
	Constam et White (1).	Veley (2).	Goldschmitt et Salcher (4).	Notre valeur.
Pyridine...	$K_{25°} = 3.10^{-9}$	$K_{15°} = 1,06^{-9}$		$K_{0°} = 0,42.10^{-9}$
α-picoline..	$K_{25°} = 3,2.10^{-8}$	$K_{15°} = 5,4.10^{-8}$	$K_{25°} = 4,5.10^{-8}$	$K_{0°} = 1,7.10^{-8}$
αα'-lutidine.				$K_{15°} = 3,3.10^{-7}$

	Bredig (5).	Pudeaux et Gilbert (3).	Veley (2).	Notre valeur.
Pipéridine $K_{15°}$....	$1,6.10^{-3}$	$1,07.10^{-3}$	$1,18.10^{-3}$	$K_{15°} = 1,10.10^{-3}$

On voit que la pipéridine est une base beaucoup plus forte que les autres.

(1) CONSTAM et WHITE, *Amer. Chem. Journ.*, 29, 1903, p. 1.
(2) VELEY, *Amer. Chem. Journ.*, 29, 1903, p. 36.
(3) PUDEAUX et GILBERT, *J. of Chem. Sy*, 2, 1927, p. 2164.
(4) GOLDSCHMITT et SALCHER, *Z. phys. Chem.*, 29, 1899, p. 89.
(5) BREDIG, *Z. phys. Chem.*, 13, 1894, p. 191.

L'expérience montre qu'on peut la doser avec précision dans un mélange des autres bases.



Centimètres cubes de SO^4H^2 $\frac{N}{50}$ 1,955.

Fig. 3. — Titrage d'un mélange de bases : pyridine, $\frac{N}{50}$ 1,07, 5^{cm^3}; picoline α, $\frac{N}{50}$ 1,05, 5^{cm^3}; lutidine αα', $\frac{N}{50}$ 0,97, 5^{cm^3}; 2.4.6-collidine, $\frac{N}{50}$, 5^{cm^3}; pipéridine, $\frac{N}{50}$ 0,98, 10^{cm^3}.
Électrode à hydrogène à 0°.

Nous donnons la courbe de neutralisation (*fig.* 3) d'un mélange renfermant : 10^{cm^3} pipéridine $\frac{N}{50}\cdot 0,98$; 5^{cm^3} pyridine $\frac{N}{50}\cdot 1,07$; 5^{cm^3} picoline $\frac{N}{50}\cdot 1,05$; 5^{cm^3}, 246 collidine $\frac{N}{50}$; 5^{cm^3} lutidine $\frac{N}{50}\cdot 0,97$.

Ce mélange avait été distillé d'abord sur de la baryte, de façon à détruire le bicarbonate de pipéridine.

On peut donc reconnaître et doser la pipéridine dans un mélange des bases citées.

CRISTALLOGRAPHIE. — *La déshydratation de la heulandite étudiée au moyen des rayons X.* Note de M. **J. Wyart**, présentée par M. Wallerant.

Dans une Note récente, j'ai indiqué la maille et le groupe de symétrie de la heulandite. Cette zéolithe chauffée perd son eau d'une manière continue et la réabsorbe en revenant à la température ordinaire. Ce phénomène a

été beaucoup étudié ([1]). Je me suis proposé de déterminer les modifications du réseau cristallin qui résulte du départ de l'eau. Pour cela, je portais le minéral à des températures régulièrement croissantes, dans une atmosphère de tension de vapeur d'eau constante et pendant un temps suffisamment long. Lorsque l'équilibre était realisé (pratiquement après 24 heures), le cristal étant toujours maintenu à la température d'équilibre et dans la même atmosphère, je prenais des diagrammes de « cristal tournant » avec la radiation $K\alpha$ du cuivre, et de Laue avec les rayons X issus d'une anticathode de tungstène. J'utilisais le dispositif expérimental suivant : le cristal était chauffé dans un courant d'air qui, après passage dans des tubes à ponce sulfurique, traversait deux fours à résistance disposés de part et d'autre du cristal et perpendiculairement au pinceau de rayons X. La température était sensiblement constante dans une assez grande fraction de l'espace comprise entre les deux fours et était repérée au moyen d'un couple thermo-électrique placé au voisinage immédiat du cristal. Une pellicule photographique placée à 50^{mm} de celui-ci recevait les rayons X diffractés.

Jusqu'à une température voisine de 210°, les clichés tant de « cristal tournant » que de Laue, obtenus successivement aux différentes températures sont tout à fait comparables. Ils mettent en évidence une légère contraction du réseau qui croît régulièrement à mesure que la température s'élève et ne se manifeste d'une façon sensible que dans une seule direction, celle de l'axe de symétrie du cristal. Elle atteint vers 210° 0,35 Å, soit une contraction relative de 2 pour 100. Dans cette première phase de la déshydratation le départ de l'eau ne fait que rapprocher les plans g^1, sans modifier dans ces plans l'arrangement des atomes. En revenant progressivement à la température ambiante, le corps réabsorbe l'eau perdue et les plans réticulaires (010) parallèles au clivage reprennent graduellement leur intervalle primitif de 8,88 Å. Le phénomène est tout à fait réversible. Les molécules d'eau ne semblent pas participer au phénomène de diffraction régulière des rayons X; elles seraient réparties entre les plans réticulaires (010) sans aucune périodicité.

Puis vers 210°, alors que le corps a perdu environ 10 pour 100 de son poids, il se produit un phénomène nouveau. Les clichés de « cristal tournant » décèlent une forte contraction du cristal, qui intéresse non seulement

---

(1) F. Rinne, *Zeitsch. f. Krist.*, 59, 1924, p. 230. — C. Slawson, *Amer. Mineralogist*, 10, 1925, p. 305.

l'intervalle réticulaire des plans (010), mais aussi la répartition des atomes dans ces plans. Les taches de diffraction n'ont plus les mêmes intensités relatives : le motif cristallin est différent. Les nouveaux paramètres, à cette température, ont pour valeur $a = 7{,}26$ Å, $b = 16{,}60$ Å, $c = 15{,}20$ Å, soit des contractions relatives dans les directions sensiblement rectangulaires des axes égales à 0,02, 0,07 et 0,04. La contraction augmente avec la température et l'intervalle des plans g^1, pour un cristal complètement déshydraté, devient égal à 8,00 Å. Cet effondrement soudain à 210° de l'édifice cristallin n'est pas sans nuire à la perfection du cristal. Les taches de diffraction, plus étalées et ne se produisant plus que pour des plans de notations simples, correspondant à de grands intervalles réticulaires, révèlent justement une structure hétérogène qui ne fait que s'accentuer à mesure que la température croît.

Ce dernier fait et la discontinuité signalée se manifestent d'une façon bien plus frappante sur les clichés de Laue. Jusqu'au moment de la transformation, les diagrammes obtenus avec un pinceau de rayons X perpendiculaire au clivage, sont tout à fait semblables. Ils ne décèlent que la contraction des plans (010): les taches de diffraction ont les mêmes intensités relatives. Dès que l'on a atteint la température de discontinuité, les clichés tout à fait différents ne montrent plus que des stries radiales accompagnées de taches de faibles intensités. Le phénomène régulier de Laue ne se produit plus : le cristal n'est plus homogène. Si l'on fait tomber un faisceau de rayons X monochromatiques (Kα du cuivre), normalement à la face (010), on obtient des diagrammes analogues à ceux qu'ont obtenus W. Linnik [1] avec le mica déshydraté et Sterling B. Hendricks [2] avec la kaolinite. Ils s'interprètent en supposant la formation, par l'effet de la contraction, de lamelles cristallines diversement orientées, ayant tourné de petits angles les unes par rapport aux autres autour de droites situées dans le plan de clivage.

Il est étonnant que les essais de réhydratation de la heulandite si profondément altérée pour lui faire reprendre son état initial ont pu être réussi sur des cristaux n'ayant pas été portés à des températures trop élevées : il suffisait pour cela de remplacer le courant d'air sec par un courant d'air saturé de vapeur d'eau et d'abaisser progressivement la température du cristal de 200° jusqu'à la température ordinaire. Les pesées montrent que le corps réab-

(1) *Nature*, **123**, 1929, p. 604.
(2) *Zeitschrift für Kristallographie*, **71**, 1929, p. 269.

sorbe l'eau et les rayons X que les lamelles cristallines se dilatent fortement : les plans réticulaires (010) reprennent leur intervalle primitif de 8,88 A. Il a été impossible de répéter cette expérience avec un cristal porté à une température de 350° pendant 24 heures. De même une lamelle de $0^{mm},02$ d'épaisseur, déshydratée vers 400° et abandonnée trois mois dans l'eau n'a pas repris d'eau ; l'intervalle réticulaire des plans (010) étaient alors de 8,00 A.

CRISTALLOGRAPHIE — *Sur l'orientation possible de cristaux cubiques se déposant sur une lame de mica.* Note [1] de M. L. **Royer**, présentée par M. Pierre Weiss.

1. Dans une étude sur l'orientation mutuelle de cristaux d'espèces différentes (épitaxie), j'ai montré [2] que tous les halogénures alcalins de symétrie cubique donnaient un dépôt orienté sur une lame de clivage de mica à la condition que le paramètre de la diagonale de la face du cube y soit compris entre 4,43 Å et 5,64 Å.

W. Lange et E. Müller [3] ont récemment préparé une série de phosphohexafluorures alcalins de formule $R P F^6$ avec $R = K$, Am, Rb et Cs qui sont cubiques et qui donnent suivant les observations de ces auteurs sur le mica des cristaux orientés comme dans le cas des halogénures alcalins mentionnés ci-dessus. Avec tous ces phosphohexafluorures le nombre des cristaux orientés est moins grand que quand on opère avec l'iodure d'ammonium. En outre le sel $Cs PF^6$ ne s'oriente plus que difficilement et il est nécessaire de faire plusieurs essais avant de réussir un dépôt orienté de quelques rares cristaux ; la presque totalité des cristaux est non orientée.

2. La structure de ces nouveaux sels $R P F^6$ est inconnue ; l'analyse radiologique reste à faire. Mais du fait de leur accolement orienté sur le mica, il est fort probable que leur structure est analogue à celle des halogénures alcalins, l'ion complexe $(P F^6)$ y jouant le même rôle que les ions simples F, Cl, Br et I dans les halogénures.

Dans cette hypothèse, le calcul du paramètre de la face $a^1(111)$ montre

---

(1) Séance du 1er décembre 1930.

(2) L. Royer, *Bulletin Soc. franç. de Minéralogie*, 51, 1928, p. 72.

(3) W. Lange et E. Muller, *Berichte d. deuschen Chem. Gesellschaft*, 63, 1930, p. 1058-1070.

qu'une orientation par le mica n'est possible que si cette structure est du mode octaédral (réseau de cubes à faces centrées, type NaCl).

En utilisant les valeurs données par W. Lange et E. Müller pour les densités de ces différents sels, on trouve dans le cas d'une structure du mode octaédral les valeurs suivantes pour le paramètre de la face a^1 (111) :

KPF^6	5,49 Å	$AmPF^6$	5,59 Å
$RbPF^6$	5,64 Å	$CsPF^6$	5,80 Å

Les dépôts orientés de KPF^6, $AmPF^6$ et $RbPF^6$ s'expliquent ainsi aisément : comme pour les halogénures alcalins, susceptibles de donner des cristaux orientés sur le mica, leurs paramètres sont compris entre 4,43 Å et 5,64 Å.

L'orientation avec ses trois sels se fait plus difficilement qu'avec AmI parce que leurs paramètres s'écartent plus du paramètre du mica (5,12 Å suivant la rangée [100]) que ne le fait le paramètre de AmI (5,09 Å).

3. L'épitaxie observée de $CsPF^6$ permet de mieux préciser, que l'on ne pouvait le faire jusqu'ici, la limite du côté des paramètres croissants au delà de laquelle toute orientation sur le mica cesse.

En effet, dans la série des halogénures alcalins, l'expérience montre que AmBr [paramètre dans le plan a^1 (111) : 5,64 Å] est encore orienté par le mica, tandis que CsCl (paramètre : 6,08 Å) ne l'est plus. On ne dispose dans cette série d'aucun sel ayant un paramètre intermédiaire entre 5,64 Å et 6,08 Å.

Or, comme du côté des paramètres décroissants, le mica (paramètre : 5,12 Å) oriente encore KCl (paramètre : 4,43 Å), mais plus les sels à paramètres inférieurs, la différence permise dans ce sens entre les paramètres des deux cristaux qui s'orientent mutuellement est de l'ordre de 0,69 Å.

En admettant une tolérance de même grandeur du côté des paramètres croissants, on peut prévoir qu'un sel cubique, avec un paramètre de 5,81 Å environ, doit encore donner un accolement orienté sur le mica et marquer la limite supérieure au delà de laquelle toute orientation cesse.

C'est bien ce que l'épitaxie de $CsPF^6$ (paramètre : 5,80 Å) met en évidence; l'orientation se fait encore, mais difficilement. L'influence du mica

sur le sel qui se dépose tend à disparaître par suite de la trop grande différence dans les paramètres des deux espèces.

Ces nouvelles observations donnent un exemple de plus du peu d'importance que la nature chimique des substances qui s'orientent mutuellement joue dans le phénomène de l'épitaxie.

STRUCTURES CRISTALLINES. — *Le polymorphisme des diacides saturés de la série grasse en fonction de la température.* Note de M. **F. Dupré la Tour**, présentée par M. Maurice de Broglie.

On sait depuis les travaux de Piper, Malkin et Austin; Thibaud; de Boer, que les monoacides gras « orientés » sur une surface, de verre par exemple, peuvent présenter au moins deux distances réticulaires principales différentes, et que ce polymorphisme est fonction de la température. En collaboration avec M. J. Thibaud, j'ai déterminé, pour plusieurs de ces acides, la température à laquelle se produit ce changement de réseau. Nous avons pu étudier aussi des cristaux entiers de l'un et l'autre type, et montrer qu'il s'agit bien, à proprement parler, d'un polymorphisme cristallin ([1]). Continuant ces recherches sur les diacides saturés, spécialement sur l'acide succinique, j'ai pu mettre en évidence un dimorphisme qui est encore fonction de la température. Aux deux formes cristallines nous garderons les notations α et β, β désignant celle qui se transforme en l'autre à température donnée.

Cas de l'acide succinique. — Cet acide a été étudié aux rayons X par Yardley, de façon très complète, sous sa forme α, la plus stable ([2]). Or il en existe une autre, β, très différente. Nous avons fait l'étude comparative des deux formes, au microscope et aux rayons X.

1° *Acide succinique* β. — Triclinique pinacoïdal. Le cristal est d'aspect tabulaire; la base est un parallélogramme dont l'angle aigu vaut 47°,2 environ. Les dièdres formés avec la base (001) par les faces (100) et (010) sont respectivement de 89°45′ et 67°23′. Entre nicols croisés, ces cristaux s'éteignent pour une position du plan de polarisation de la lumière incidente à peu près parallèle à l'arête [010]. Il est à remarquer que les cristaux préparés sans précaution spéciale ont l'aspect de fibres parallèles accolées

([1]) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 945, et 191, 1930, p. 200.
([2]) *Proc. Roy. Soc.*, 105, A, 1924, p. 451.

ensemble : l'axe de fibre est précisément cette arête [010]. En lumière convergente, le cristal présente deux pôles situés en dehors du champ, de part et d'autre du centre optique. La croix noire ne se forme pas au centre du champ.

Les « diagrammes cylindriques » pris aux rayons X donnent la maille élémentaire suivante : $a = 5,04$ Å ; $b = 7,58$ Å ; $c = 9,75$ Å. Le volume de la maille serait voisin de 238 Å^3.

2° *Acide succinique* α. — Monoclinique prismatique. Le cristal affecte la forme de tables dont la base est un losange. L'angle monoclinique mesuré par les cristallographes est 133°37'. En lumière convergente, un seul pôle est visible, presque au centre optique du champ.

Les dimensions de la maille élémentaire sont ici : $a = 5,03$ Å ; $b = 8,75$ Å ; $c = 7,48$ Å. Le volume calculé est 240 Å^3, très voisin du volume calculé pour la forme β.

Si l'on chauffe un cristal β à une température voisine de 137° (1), le cristal, transparent jusque-là, devient blanc opaque sans perdre sa forme géométrique. Aux rayons X, les paramètres sont devenus ceux de la forme α, mais le cristal se comporte alors comme une poudre microcristalline : tous phénomènes déjà notés par M. Thibaud et moi-même au sujet des monoacides à longue chaîne (*loc. cit.*).

Il était naturel de se demander quelle modification affecte la molécule dans ce changement cristallin. Voici l'explication qui nous a paru la meilleure, Yardley a montré que la cellule élémentaire α contient 2 molécules d'acide succinique : le volume de la cellule β n'étant pas différent, elle contient aussi 2 molécules. D'autre part, il semble qu'on puisse déduire des expériences de Caspari sur les diacides à chaîne plus longue, que la plus grande dimension de la molécule y est dirigée suivant l'axe c du cristal (2). En admettant qu'il en est ainsi pour l'acide succinique, et en groupant les atomes comme le fait Yardley dans la molécule d'acide α, voici comment on pourrait concevoir physiquement la transition. La molécule α admet le plan de symétrie de la maille monoclinique. Au contraire, la forme β serait caractérisée par une dissymétrie venant de la position opposée des car-

(1) Cette température a été déterminée sur une *poudre* cristalline, qui déjà contenait des éléments α. Elle est moins nette pour des cristaux bien formés.

(2) *Journ. Chem. Soc.*, **133**, 1928, p. 3235.

boxyles.

```
        H                      H     H
        |                      |     |
        O                      O     O
        |                      |     |
  O = C    H              O = C     C = O
      |    |                   |     |
  H — C — C — H            H — C  —  C — H
      |    |                   |     |
      H    C = O               H     H
           |
           O
           |
           H
     Molécule β.              Molécule α.
```

L'axe de grande densité de la molécule, influencé par les groupes COOH, est incliné dans la forme β, la moins stable. Lors de la transition il devient horizontal, le plan de symétrie apparaît.

Autres acides de la série. — On doit s'attendre à rencontrer un polymorphisme analogue dans les diacides à courte chaîne, où les carboxyles sont assez voisins pour autoriser, dans le réseau, plusieurs états stables d'équilibre électrique. En fait, nous avons trouvé ce dimorphisme au microscope, pour l'acide malonique. Quant aux autres acides inférieurs de la série, l'analogie des diagrammes de poudres obtenus nous conduit à penser qu'il existe, là encore, un polymorphisme fonction de la température [1].

MINÉRALOGIE. — *Particularités des améthystes et des quartz riches en inclusions solides.* Note de M. **R. Weil**, transmise par M. P. Weiss.

Les améthystes et les quartz à inclusions solides, étudiés par de nombreux auteurs (Brewster, Judd, Wyrouboff, Wallerant, Lacroix, Brauns, Schneiderhöhn, etc.), présentent en lames minces des propriétés optiques attribuées par ceux-ci soit à une structure complexe, soit à des déformations mécaniques subies par ces cristaux, soit à des pseudomorphoses en calcédoine. Nous nous bornerons dans cette Note à quelques constatations d'ordre général montrant comment ces propriétés se rattachent à celles des quartz de géodes dépourvus de toutes inclusions ou de toute autre cause accidentelle de tensions [2].

---

(1) M. Caspari (*Journ. Chem. Soc.*, **135**, 1929, p. 2709) a signalé l'existence d'un dimorphisme pour l'acide azélaïque.

(2) R. Weil, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 935.

Dans ces cristaux, la macle du Brésil (macle de cristaux gauches et de cristaux droits) se présente dans les lames perpendiculaires à l'axe ternaire de deux manières distinctes : 1° les plages neutres de compensation des parties gauches et droites sont parallèles aux faces du prisme $(10\bar{1}0)$, plus ou moins répétées comme dans les quartz ordinaires; 2° les plages neutres sont perpendiculaires aux faces du prisme, aboutissant vers le centre en étoilements à 120 ou à 60°, ce qui ne se trouve que dans certaines améthystes et dans beaucoup de quartz à inclusions (ce qui est facile à voir sur les cassures ou par l'attaque à HF des améthystes et citrins du Brésil et produisant le « guillochage » bien connu dans ces variétés de cristaux). Les deux manières peuvent coexister dans un même cristal ([1]).

Si une lame ne présente que le premier genre de macles, on constate l'existence de plages biréfringentes parallèles aux faces $(10\bar{1}0)$, anologues à celles décrites dans les quartz du type L, indépendantes des sections d'accroissements marqués par les dépôts de substances étrangères ou les secteurs colorés des améthystes; elles subsistent après la décoloration de ceux-ci sous l'effet de la chaleur. Les angles d'extinction et la position du plan des axes sont variables, pouvant aller jusqu'à 30° de la trace de la face du prisme, l'angle des axes pouvant atteindre environ 30°. Le signe optique (suivant l'axe binaire du quartz) de ces plages est aussi variable, avec une prédominance du signe —, les deux extrémités d'une même plage pouvant avoir des signes différents. La biréfringence peut être aussi forte que celle des plages des quartz sans inclusions (environ 5.10^{-4}), difficile à mesurer lorsque les inclusions sont biréfringentes. HF produit les mêmes effets que dans les quartz du type L [lorsque le prisme est très réduit, les « cheveux » se forment uniquement à partir des faces $(10\bar{1}1)$].

Lorsque les macles du Brésil présentent l'autre aspect, la biréfringence normalement à l'axe ternaire se manifeste par des plages perpendiculaires aux faces du prisme comme dans le type S mais beaucoup plus étroites, très nombreuses et serrées, avec des recouvrements multiples, parfois visibles en lumière naturelle et disposées entre les parties maclées. Lorsque les inclusions sont opaques, on peut suivre ces plages dans toute l'étendue de la préparation; elles sont plus développées à l'extérieur qu'au centre. Les propriétés optiques sont analogues à celles des plages parallèles, avec

---

([1]) Quelle que soit la complexité des macles du Brésil, on trouve toujours des plages à pouvoir rotatoire; le prétendu quartz dénué de pouvoir rotatoire n'existe pas.

les mêmes variations (c'est pourquoi elles ont été décrites tantôt comme quartzine, tantôt comme calcédoine). La présence du pouvoir rotatoire exclut l'idée d'une pseudomorphose en calcédoine.

Les améthystes de ce type présentent assez fréquemment des figures de corrosion et des « cheveux » naturels analogues à ceux qu'on peut obtenir très rapidement par HF, dans les parties affectées par le « guillochage ».

Lorsque les deux modes de macles coexistent dans une même lame, ce qui est fréquent dans les quartz à inclusions, les deux sortes de plages coexistent également (ce que l'on ne constate pas dans les quartz hyalins) et s'interpénètrent : dans certaines parties d'une même lame, les systèmes gardent leurs caractères respectifs, dans d'autres au contraire les plages parallèles aux faces du prisme se découpent en plages perpendiculaires ou les plages perpendiculaires fusionnent en plages parallèles.

Les observations sur des lames parallèles à l'axe ternaire ne peuvent se faire que dans des cas exceptionnels : quartz du Val Reno (d'Achiardi) ou quartz de Pribram. On constate des plages extrêmement fines, disposées normalement aux faces d'isoscéloèdres, ressemblant aux macles des plagioclases; lorsque le prisme existe, d'autres plages normales à la trace verticale de celui-ci s'observent également. De tels caractères se trouvent aussi dans les quartz roses et sont même mis en évidence par l'attaque à HF. Ils existent de même dans les quartz de diverses roches; le phénomène complexe, désigné sous le nom de « striation de Böhm » est dû, en partie tout au moins, à ces mêmes plages plus ou moins accentuées ou déformées par les actions mécaniques subies par la roche, mais non produites par elles.

Quelle que soit l'origine du quartz, quelle que soit sa pureté, la conclusion s'impose que la structure du quartz déterminée par la diffraction des rayons X n'est pas absolument certaine. L'hypothèse d'une structure mimétique (qu'il n'est pas possible de préciser davantage pour le moment) est en accord avec les faits observés. Les plages biréfringentes normalement à l'axe ternaire [1] montrent la prédominance d'une certaine orientation dans un ensemble compliqué de plusieurs directions élémentaires (au moins trois), avec des variantes suivant les gisements. Le pouvoir rotatoire appartient à cet élément et ne saurait provenir d'un empilement de Reusch. Par l'étude d'autres propriétés du quartz, nous espérons parvenir à préciser ces données.

---

[1] On ne peut songer dans le cas du quartz à les expliquer par de prétendus mélanges isomorphes.

LITHOLOGIE. — *Granulite broyée et mylonites antestéphaniennes au nord-est des monts de l'Espinouse.* Note de M. **Albert Michel-Lévy.**

La vallée de l'Orb traverse entre Avène et le Bousquet d'Orb le massif rocheux du Mendic, marqué par J. Bergeron sur le nord de la feuille géologique au $\frac{1}{80000}$ de Bédarieux et le sud de celle de Saint-Affrique, en *microgranulite.* Ce massif est représenté comme formant une lentille longue d'environ 8^{km} et large de 5^{km}, orientée du Sud-Ouest au Nord-Est, de même que les schistes cambriens qui l'entourent.

Plus à l'ouest, à environ 2^{km}, cet auteur a indiqué une longue bande de schistes sérititeux blanc verdâtre, sous le nom de *schistes cambriens silicifiés* ou *blaviérites;* enfin il a appelé *porphyroïde* une roche noire, à grands cristaux de feldspath, affleurant au sud-ouest du massif du Mendic, près de Graissessac.

M'étant rendu dans les monts de l'Espinouse pour en étudier les roches cristallines, j'ai pu me rendre compte que les trois gisements indiqués ci-dessus sont ceux de roches intimement liées entre elles par leur genèse.

Celle appelée microgranulite est une *granulite* largement cristalline, mais qui a subi des déformations mécaniques progressives. Celle appelée blaviérite correspond en réalité au terme ultime de ces déformations. C'est une belle *mylonite de granulite.* Enfin, le porphyroïde qui affleure dans le fond des ravins est une *mylonite de granulite* qui me paraît avoir été métamorphisée par un granite plus récent que le broyage.

La granulite la moins déformée recueillie dans la région Sud-Est (pont du barrage) présente comme minéraux primitifs : de rares micas noirs chloritisés, quelques oligoclase-andésines, de grands cristaux de quartz parfois automorphes, enfin de nombreux et grands cristaux d'orthose et de microcline plus ou moins albitisés. Mais déjà sur cette granulite, dont je ne connais pas le type absolument intact, les compressions ont laissé leur trace, avec des extinctions roulantes dans les quartz, une fissuration des grands feldspaths, etc. En outre, des groupes de cristaux ont glissé sur des groupes voisins et s'en trouvent séparés par une mouture imprégnée de quartz secondaire et de séricite.

Dans certains types, le feldspath est entièrement transformé en albite. En allant vers le Nord-Ouest, l'orientation mécanique est plus visible et arrive à simuler une fluidalité. Puis les grands cristaux de quartz et de microcline se séparent et apparaissent comme isolés au milieu de la mouture séricíteuse

plus abondante. Enfin les microclines disparaissent et, seuls, les quartz subsistent, formant à l'égard de la granulite comme une marque d'origine dans tous les schistes silicifiés et séricitenx, appelés blaviérites par J. Bergeron.

Dans le porphyroïde de cet auteur, on peut déceler trois matériels successifs :

1° De grands cristaux de quartz et de microcline brisés et resoudés provenant de la granulite; 2° une mouture fine quartzeuse et séricitense, partiellement conservée; 3° les éléments néogènes d'un métamorphisme granitique : nombreuses lamelles de mica noir pœcilitique, entourage de micropegmatite autour des anciens cristaux de microcline, de nouveaux cristaux d'orthose et d'albite, du quartz pœcilitique.

Ces trois matériels réflètent la mylonitisation de la granulite, puis, me semble-t-il, un métamorphisme granitique subséquent. La roche est bien une mylonite de granulite micacée et feldspathisée.

L'allure générale de ces formations fait songer à un complexe charrié puis partiellement métamorphisé, complexe dont l'antériorité au Stéphanien est évidente comme le montre le houiller de Graissessac qui repose sur lui en discordance.

L'hypothèse qui me paraît la plus vraisemblable pour expliquer ce métamorphisme serait l'action d'un granite dont la mise en place serait postérieure au phénomène dynamique et auquel serait sans doute due l'abondance des cristaux de tourmaline rencontrés dans certaines roches écrasées de la région et qui sont certainement postérieures à la déformation de la roche. Mais c'est là une question qui demande de nouvelles observations sur le terrain.

GÉOLOGIE. — *L'extension transversale de la masse bétique charriée dans la « Hoya de Malaga »*. Note (¹) de M. **Maurice Blumenthal.**

La constatation dans la partie occidentale des Cordillères bétiques d'une série de Trias à faciès alpin (Les Rondaïdes), apparaissant sous le Bétique de Malaga est un des faits plus importants; il pose des nouveaux problèmes. Il n'est pas à nier que dans la chaîne méridionale (Càrtama, Mijas-Marbella),

(¹) Séance du 1er décembre 1930.

l'analyse structurale se heurte au métamorphisme des roches qui rend l'établissement du charriage fort délicat. Quelles que soient les objections qu'on fasse à l'existence d'une grande nappe bétique, la présence d'un Trias fossilifère sous le Primaire de Malaga [1] démontre de grands mouvements qui, sans doute, ont précédé le paroxysme alpin de la fin de l'Oligocène.

Partant du fait d'un Bétique superposé aux Rondaïdes, *la question de la racine du Bétique se pose*. La racine est-elle sur terre ferme en Andalousie ou se trouve-t-elle dans les profondeurs de la Méditerranée? Dans des communications précédentes, je me suis décidé pour la seconde interprétation. Pourtant, à première vue, il existe la possibilité d'un enracinement entre les différentes zones de calcaires au sud de la province.

Les calcaires et dolomies métamorphiques s'alignent dans la partie occidentale de la province de Malaga en trois zones longitudinales [2]: 1° au nord la chaîne Sra. Alcaparain-Vallée du Rio Genal; 2° au sud de la Hoya de Malaga, les petites chaînes de Cártama, et la Sra., Gorda, et 3° au delà de la « baie » pliocène d'Alhaurin, les hautes montagnes de Mijas et de Marbella. On peut donc supposer un enracinement du Bétique le long d'une zone calcaire, ce que ferait admettre au sud, dans les massifs cristallins de Mijas et Marbella, des unités analogues au Bétique. La solution de la question n'est pas facile; la grande extension des formations transgressives tertiaires et des roches basiques intrusives empêchent l'observation.

Cependant une bande de formations bétiques, longeant au sud le Rio Grande, flanque la ligne Cártama-Sra. Gorda qui se continue vers le village de *Guaro* où un nouvel affleurement du Trias alpin a pu être reconnu. Si la bande longitudinale du Bétique entre le Rio Grande et Guaro correspondait à la racine de la masse bétique située au nord dans la Hoya de Malaga, on observerait un enfoncement successif des couches et une ligne tectonique devrait unir Guaro avec la Sra. Gorda. Mais, au contraire, les formations bétiques, fortement et irrégulièrement plissotées comme d'ordinaire et appartenant plutôt aux niveaux supérieurs, s'approchent des calcaires de Guaro, tout en offrant une certaine horizontalité. Les calcaires métamorphiques, à leur tour, *se présentent dans une*

---

(1) M. Blumenthal, *Beiträge zur Geologie der betischen Cordilleren, etc. Eclogae geol. Helv. B.*, **23**, 1930, p. 95 et 201.

(2) Voir les cartes du Mémoire mentionné ci-dessus et la Carte géologique de la Serrania de Ronda ($\frac{1}{100\,000}$) de *D. de Orueta, Mem. Instituto geol. d. Esp.*, 1917.

voûte anticinale, formant une fenêtre elliptique ($1,5 \times 0^{km},9$), recouverte tout autour par des schistes bétiques. La zone Cártama-Guaro ne peut donc être considérée comme longeant un Bétique enraciné; *la masse bétique flotte dessus.*

Plus au Sud, vers *Monda*, affleurent des gneiss schisteux, micaschistes et quarzites; çà et là, ils sont couverts de petites écailles de calcaire, sans doute copeaux détachés de l'unité triasique sous-jacente. Le long de la ligne Monda-Coin (Rio Perella) surgit de nouveau la zone calcaréo-dolomitique, le plus souvent très cristalline; elle est flanquée au Nord par une langue de Flysch, formation qui recouvre aussi, sans le moindre métamorphisme, le Bétique de la « Hoya ». Ce Flysch ne franchit pas le contact du Cristallin bétique et de la zone calcaire (effet d'érosion). Une participation du Tertiaire à la ligne de contact est exclue, vu la différence dans le métamorphisme des sédiments. Cette ligne tectonique s'est donc formée avant le Tertiaire, au moins avant le Flysch. Quant au Bétique, il contourne le bord de la chaîne dolomitique Monda-Coin et *franchit* le soubassement calcaire dans les montagnes Los Nebrales, par un large pont uniquement composé de roches basiques, séparant ainsi la chaîne de Mijas de celle de Marbella. Ces ophiolites, roches généralement associées au Bétique, sont sur ce « pont » par endroits, d'une façon intense, broyées (mylonitisées) et lient le Bétique du Nord à celui de la côte méditerranéenne. Ici les couches s'enfoncent successivement vers leurs « pays d'origine ».

La coupe décrite montre donc *qu'on ne peut enraciner le Bétique ni le long de la ligne Guaro-Cártama, ni le long de celle de Monda-Coin; toutes les indications convergent vers le fait que le Bétique est uniforme et représente une immense masse chevauchée sur le Trias alpin, dont nous pouvons suivre l'extension transversale dans la Serrania de Ronda sur environ* 30^{km}.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de plissements calédoniens au Maroc central.* Note de M. **Henri Termier**, présentée par M. H. Douvillé.

Entre Christian et Tedders affleure sur 40^{km} de long et sur, au maximum, 10^{km} de large un terrain dont le type peut être pris à Sidi-Kassem. C'est une formation *rouge*, épaisse de plusieurs centaines de mètres, essentiellement composée de *conglomérats* et de schistes, et qui est *discordante* (1) sur le

(1) J'ai eu l'occasion de montrer cette discordance à mon maître Pierre Termier ainsi qu'à Louis Neltner. Tous deux ont pleinement ratifié mes observations.

Gothlandien. Les schistes ne m'ont fourni aucun fossile animal mais ils renferment en abondance *Archæocalamites scrobiculatus* Schl., *Cordaïtes* et cf. *Calamites*. Ces végétaux, déterminés par M. A. Carpentier, n'indiquent qu'un âge assez élastique et nous laissent à choisir entre le Dévonien supérieur, le Dinantien et le Westphalien (s. l.). Je n'hésite pas à affirmer que la série qui nous occupe appartient au *Dévonien supérieur*, cela pour un ensemble de raisons qui gagneraient à être développées mais que voici résumées en quelques lignes.

I. Le terrain de Sidi-Kassem est *lié de la façon la plus étroite* à trois et peut-être quatre zones de l'Eo et du Mésodévonien. J'en conclus qu'il a *repris les mêmes aires de sédimentation* que ces différents niveaux. Mais un tel phénomène ne se produit qu'entre des entités relativement voisines dans le temps. Et comme, de plus, la transgression du Viséen n'est pas niable dans le Maroc central, il y a toutes les chances pour que la formation de Sidi-Kassem soit plus ancienne que cet étage.

II. Les conglomérats dont je parle renferment un peu partout des galets de calcaire à *Polypiers* du *Givétien* et peut-être aussi du Frasnien. Ce fait les apparente à d'autres conglomérats existant plus à l'Ouest (à Biar Setla), et qui, eux, représentent presque certainement la base du Dévonien supérieur. Je dis les apparente parce que ni le Tournaisien, ni le Viséen (ni d'ailleurs le Permien) ne contiennent de galets analogues.

III. Le terrain de Sidi-Kassem est une formation *rouge*. Or ce caractère, chaque fois qu'on a pu l'étudier avec précision, est apparu comme résultant de *conditions climatiques générales* (¹). De telles conditions n'ont pas, jusqu'à présent, été signalées dans le Westphalien et le Dinantien. Les y supposer serait donc une hypothèse gratuite, sans précédent reconnu. Par contre le facies « old red sandstone » du Dévonien supérieur est depuis longtemps classique.

IV. Enfin, si l'on prend les choses *synthétiquement*, la discordance du terrain de Sidi-Kassem sur le Gothlandien, sa richesse en conglomérats et sa couleur rouge *cadrent admirablement* avec l'allure générale du Dévonien de la Meseta marocaine dont les affleurements se trouvent dispersés d'une manière extraordinairement sporadique et lacunaire. Le Maroc central représente pour moi une zone sensible où les dernières pulsations de la *chaîne calédonienne* se sont enregistrées dans la *statigraphie* de cette époque instable. Plus particulièrement ces pulsations ont retenti jusque dans la *tectonique* des environs de Sidi-Kassem, c'est-à-dire vers le centre d'un territoire que je nomme dès maintenant « l'anticlinorium de Kourrigha-Oulmès », vaste région de plissements qui sera travaillée surtout par les mouvements hercyniens, mais qui, comme nous le voyons, remuait déjà au Dévonien supérieur.

De tels arguments ne sont pas géométriques. Néanmoins ils nous indiquent que les couches de Sidi-Kassem appartiennent très probablement au *Dévo-*

(¹) Cette remarque est de M. le Professeur Gignoux.

nien supérieur. La *discordance* annoncée au début de cette Note serait donc *calédonienne*. Jusqu'à nouvel ordre, j'incline à la situer dans le Frasnien.

Pour conclure, je rattache les plissements dévoniens du Maroc central aux plissements de même âge du Sahara. Tous les faits connus jusqu'à présent incitent à penser [1] qu'au sud de la Téthys une partie du continent Africano-Brésilien faisait pendant à la portion du continent Nord-Atlantique qui englobait la Scandinavie et la presque totalité de la Grande-Bretagne. Le Maroc central, renfermant un grand nombre de niveaux marins [2] et une formation détritique rouge (le terrain de Sidi-Kassem) aurait donc correspondu pendant la période dévonienne à la frontière du continent saharien, de la même façon qu'une vaste zone de l'Europe moyenne [3] représentait, au même moment, la bordure du continent des vieux grès rouges [4].

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude photométrique de la pénétration des radiations solaires à l'intérieur des glaciers pyrénéens*. Note de M. **J. Devaux**, présentée par M. Ch. Fabry.

Pendant l'été 1928, j'ai étudié à l'aide d'un actinomètre à couples thermo-électriques, la pénétration du flux énergétique solaire à l'intérieur des glaciers. J'ai indiqué dans une précédente Note [5] les résultats obtenus et j'ai signalé l'importance que j'attribuais à ce phénomène au point de vue de l'économie radiothermique des glaciers.

Pendant l'été 1929, j'ai également tenté de faire des mesures photométriques à l'intérieur des glaciers pour comparer les résultats aux mesures actinométriques.

Appareil. — J'ai construit un petit photomètre en contreplaqué, et très simplifié : l'oculaire a une distance focale assez grande pour permettre à l'œil d'accommoder sans peine, soit sur le cube, soit sur un coin photométrique qui porte une graduation gravée sur verre. Dans les conditions où

---

(1) E. Haug, *Traité de Géologie*, 1, ch. 29, p. 527, Colin, 1922.

(2) Henri Termier, *Sur le Dévonien du Tafilalet* (*Comptes rendus*, 189, 1928, p. 258).

(3) M. Gignoux, *Géologie stratigraphique*, p. 99 et fig. 18 p. 95.

(4) Ajoutons une précision de plus : au Dévonien supérieur, la Mésogée dessinait un golfe important sur l'emplacement actuel du Tafilalet puisque à Erfoud le Frasnien et le Famennien ont un facies de calcaire à *Céphalopodes* (H. Termier, *op. cit.*).

(5) J. Devaux, *Étude actinométrique de la pénétration du flux énergétique solaire à l'intérieur de quelques glaciers pyrénéens* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1054).

j'opérais, ce montage permet d'opérer rapidement et sans fatigue en évitant l'éblouissement. Le photomètre portait un tube-sonde métallique, terminé par un court tube de verre dans lequel était un miroir à 45°. J'enfonçais ce tube dans un trou creusé dans la glace à l'aide d'une vrille, et je comparais la brillance du miroir-sonde à celle d'un diffuseur parallèle à la surface du glacier.

Définitions. — Je conserve les mêmes définitions et notations que celles que j'ai employées pour les mesures actinométriques dans la Note citée.

Résultats. — En enfonçant le miroir-sonde à une profondeur déterminée, puis en faisant tourner le tube sur lui-même, j'ai constaté que la brillance du miroir ne changeait pas beaucoup avec l'orientation. J'en conclus que la *brillance intérieure* du glacier en un point varie peu avec la direction. Par suite, j'ai admis qu'une seule mesure photométrique, en un point, de la brillance β, me donnait approximativement « l'éclairement *total* intérieur » du glacier $2\pi\beta$.

En mesurant le « facteur d'affaiblissement T pour diverses profondeurs, j'ai constaté que les courbes $\tau = -\log_{10} T = f(l)$ peuvent, comme pour le flux énergétique, être assimilées à des droites Δ à partir de quelques centimètres de profondeur. On peut donc, comme pour les mesures actinométriques, exprimer la loi de pénétration en fonction de la profondeur par :

La pente K de cette droite Δ (pouvoir d'affaiblissement dans la masse pour l'épaisseur l), l'ordonnée τ_0 où Δ coupe l'axe des τ (pouvoir d'affaiblissement par transmission de la surface).

Le tableau suivant donne, à titre d'exemples, les valeurs de K et de τ_0 pour quatre sondages.

L'unité de longueur est le centimètre.

	Mesures photométriques.								Mesures actinométriques.	
	Filtre bleu vert.		Filtre vert.		Filtre rouge orangé.		Filtre rouge.			
Date (1929).	K.	τ_0.	K.	τ_0.	K.	τ_0.	K.	τ_0.	K.	τ_0.
				Glacier d'Ossou (Vignemale).						
17 sept....	–	–	0,029	0,0	0,033	0,0	0,039	0,1	–	–
				Premier plateau (en deux endroits différents).						
26 sept....	0,018	0,1	0,016	0,1	0,021	0,1	0,028	0,1	0,021	0,5
				Glacier du Taillon.						
1er oct...	0,019	0,2	0,018	0,1	0,022	0,1	0,028	0,2	0,024	0,3
				Glacier du Casque.						
3 oct....	0,015	0,1	0,013	0,0	0,017	0,1	–	–	–	–

L'ensemble des résultats montre que :

1° Le pouvoir d'affaiblissement dans la masse est plus élevé pour les radiations rouges que pour les radiations vertes. Mais la différence n'est pas trop grande; on *doit* dire que l'affaiblissement n'est pas très sélectif dans le spectre visible.

2° Les valeurs de τ_0 sont peu différentes pour les diverses radiations visibles.

3° A deux reprises seulement (par suite du mauvais temps) j'ai pu faire au même endroit (même trou) et presque simultanément, des mesures photométriques et actinométriques. K, pour le flux énergétique, est sensiblement le même que pour les radiations rouge orangé (filtre Wratten 25 A). τ_0 pour le flux énergétique est plus grand que pour le visible.

Interprétation. — Ces résultats approchés s'expliquent aisément si l'on tient compte de la composition spectrale moyenne du rayonnement solaire et de l'absorption sélective de la glace. La glace, en effet, est très peu absorbante pour les radiations visibles et devient *brusquement* très absorbante dans le début de l'infrarouge. Par suite, les radiations infrarouges sont absorbées au voisinage immédiat de la surface : d'où la différence entre les τ_0 photométriques et actinométriques. Mais, comme l'affaiblissement est exponentiel et peu sélectif dans le visible, l'affaiblissement pour le flux énergétique, *aux profondeurs où j'ai opéré*, suit également une loi à peu près exponentielle.

OCÉANOGRAPHIE. — *Colonnes aériennes et colonnes liquides sous-marines.* Note (¹) de M. **J. Thoulet**.

Les colonnes liquides sous-marines descendantes et montantes, élément essentiel du cycle de l'eau dans la nature ont, comme il arrive le plus souvent, leur correspondance au sein de l'atmosphère qui démontre une fois de plus l'identité essentielle des lois régissant la symétrie commune aux deux océans liquide et aérien.

Les marins qui parcourent principalement la région équatoriale des atolls du Pacifique qui réunit le mieux les conditions du phénomène, sont fréquemment avertis de l'approche d'une de ces îles petites et basses sur l'eau. Longtemps avant de l'apercevoir elle-même, ils distinguent en effet,

(¹) Séance du 8 décembre 1930.

immobile en plein ciel, un léger nuage exactement au-dessus de l'îlot encore invisible. Le nuage indicateur possède la genèse suivante.

Un atoll, formation corallienne, consiste en une sorte de cordon solide disposé en cercle plus ou moins complet en eau généralemeut très profonde, entourant un lagon, bassin d'eau au contraire très peu profonde dont Darwin a su tirer parti dans son ingénieuse théorie de la formation des îles de corail. Sous un climat tropical, l'eau peu profonde et peu agitée du lagon, particulièrement échauffée par le soleil, au sein d'un air calme, donne naissance à une colonne verticale de vapeur qui monte à travers l'atmosphère en traversant dans son ascension des couches d'air de moins en moins chaudes, c'est-à-dire de plus en plus froides. Les vapeurs ne tardent donc pas à cesser de monter; elles se condensent en un nuage visible de loin, sommet de la colonne née du lagon. Cette condensation, transformée en pluie liquide, retombe alors de haut en bas et alimente ainsi en eau potable l'atoll lui-même dépourvu totalement de sources, pour le plus grand avantage de sa végétation et de son peuplement humain. La colonne montante et descendante de l'atoll à travers l'océan aérien est l'exacte reproduction des colonnes descendantes et montantes d'eaux marines à travers l'atmosphère liquide de la mer.

BOTANIQUE. — *Sur la formation des Lichens.* Note de M. **R. G. Werner**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

On ignore encore presque complètement comment la synthèse lichénique s'effectue dans la nature, et les quelques travaux, d'ordre plutôt physiologique, qui traitent le sujet, ne contribuent guère à éclaircir le mystère. Afin de résoudre ce problème, nous nous sommes adressé à des Lichens qui croissent sur des supports mous et se laissent facilement couper en séries. Nous avons ainsi pu observer la formation de *Xanthoria parietina*, de *Caloplaca vitellinula*, et de *Lecania cyrtella*, tous récoltés sur Agave, près de Rabat (Maroc).

Le développement des Lichens dans la nature s'opère en plusieurs étapes que nous allons résumer. Les filaments germinatifs issus de la spore rampent sur la cuticule accidentée de l'Agave à la recherche de l'algue généralement localisée dans les cryptes stomatifères. Lorsqu'ils la rencontrent, ils l'enlacent et s'insinuent entre elle et le substratum. L'algue, saisie par les hyphes de la même façon qu'un objet par une main, augmente de volume

et se divise. Ce travail initial ne s'effectue pas toujours sans peine, les Cystococs étant souvent associés à des organismes étrangers tels que bactéries et spores de champignons épiphytes.

Dans une deuxième phase, certains filaments du *Xanthoria parietina*, tous formés par des articles courts et renflés, pénètrent entre les gonidies-filles, afin de les séparer; d'autres, au contraire, s'éloignent de la colonie à la recherche de nouvelles algues. Peu à peu, des faisceaux entiers d'hyphes croissent en direction centrifuge formant de véritables stolons.

La troisième phase est marquée par la constitution d'une couche corticale autour des gonidies. Le jeune Lichen présente à ce moment l'aspect d'un petit amas arrondi appliqué par toute sa base contre le support.

Certaines hyphes épousent étroitement les accidents de la cuticule, jusqu'à pénétrer dans les cryptes stomatifères pour rendre l'adhérence encore plus parfaite.

Durant la quatrième phase la couche corticale s'élargit par croissance intercalaire, et la jeune colonie ressemble alors à une petite feuille épaisse. Les gonidies, jusque-là dispersées dans tout le thalle sont maintenant transportées sous le cortex par les filaments enlaçants qui s'allongent et s'amincissent. Ceux-ci forment ainsi en même temps une couche médullaire lâche. Les hyphes basales se disposent en une couche corticale inférieure semblable au cortex supérieur, et leurs cellules situées près des bords émettent de petites rhizines qui garnissent presque toute cette partie du Lichen.

Dans la cinquième phase, le jeune *Xanthoria* s'épaissit et s'élargit. Les rhizines s'allongent et s'agglomèrent à la périphérie. L'accroissement du Lichen s'arrête maintenant momentanément : les hyphes reprennent l'aspect initial, les gonidies augmentent de volume et entrent en division; de jeunes filaments médullaires s'insinuent entre elles pour les séparer et les entourer.

Enfin, pendant la dernière phase, le développement du cortex est polarisé et les hyphes de la médulle poussent les jeunes gonidies sous les nouvelles parties du cortex encore dépourvues d'algues. Ce mode d'accroissement détermine l'affaissement de la colonie; celle-ci présente à ce moment la forme foliacée caractéristique. Dès lors, le *Xanthoria* est définitivement constitué; il continue à s'agrandir avec des alternances de repos et de croissance, mais sans nouvelles modifications internes.

Nous croyons pouvoir conclure, que la forme du *Xanthoria* est déterminée par le champignon, et que le rôle de l'algue y est secondaire. Nos

observations portant sur d'autres groupes de Lichens nous permettront sans doute de généraliser cette notion, qui concorde aussi avec les résultats de nos recherches antérieures sur le développement du champignon en culture pure ([1]).

BOTANIQUE. — *Évolution du noyau dans les cellules bactérifères des nodosités d'*Ornithopus perpusillus *pendant les phénomènes d'infection et de digestion intracellulaire.* Note de M. **Maurice Hocquette**, présentée par M. L. Blaringhem.

Lorsque les bactéries agglutinées en filaments muqueux se sont introduites dans une cellule de la région sous-méristématique d'une nodosité d'*Ornithopus perpusillus* ([2]), le filament se renfle en ampoule à son extrémité ou se développe dans la cavité cellulaire en prenant une forme circinée. Puis les bactéries se répandent dans la cellule et la remplissent, à l'exception toutefois d'une ou plusieurs grandes vacuoles.

Avant l'infection, la cellule de forme polyédrique renferme un noyau arrondi ou ovalaire avec un, quelquefois deux nucléoles peu volumineux et de fines granulations chromatiques dispersées dans l'enchylème nucléaire.

Dès la pénétration d'un filament muqueux, la cellule s'hypertrophie, les masses nucléaires et nucléolaires s'accroissent. Cet accroissement s'accentue pendant toute la phase de multiplication bactérienne et d'envahissement cellulaire et paraît atteindre son maximum avec l'infection totale de la cellule. A ce stade le noyau est quelquefois très légèrement déformé.

Pendant que ces transformations s'accomplissent, on observe dans les cellules, mais à des degrés différents suivant les éléments considérés, la digestion des corps bactériens. Au milieu des bactéries intensément chromatiques on aperçoit d'abord des bâtonnets qui perdent leur chromaticité et ont tendance à se grouper. L'agglutination et le phénomène d'achromaticité s'accentuent. Dans les cellules où la digestion est assez avancée existent des masses albuminoïdes plus ou moins arrondies, constituées de cadavres bactériens incolores et vraisemblablement de mucus dans lesquelles on peut

---

([1]) R. G. Werner, *Recherches biologiques et expérimentales sur les Ascomycètes de Lichens* (*Thèse*, Paris, 88 pages, Mulhouse, 1927).

([2]) Nous avons observé, dans les nodosités d'*O. perpusillus*, la structure classique : tissu bactérifère avec cellules intermédiaires, écorce péricyclique où circulent les faisceaux vasculaires entourés chacun d'un endoderme particulier, voile et manteau.

encore distinguer quelques rares bâtonnets chromatiques. Les bactéries colorables se raréfient et disparaissent ensuite complètement. Finalement il y a résorption totale de la substance albuminoïde étrangère à la cellule.

Pendant la digestion intracellulaire et surtout dans les derniers stades de dissolution bactérienne, la cavité cellulaire et le nucléole tendent à reprendre leur taille primitive ; le terme de la contraction est atteint, après disparition complète des éléments infectants et du résidu de leur digestion.

Les faits que nous venons de décrire se rapportent à de jeunes nodosités; dans les tubercules âgés, les cellules infectées prennent des dimensions considérables, se déforment, s'allongent et présentent des contours largement lobés. Le noyau digité, étiré, acquiert un volume très important ; il s'étale généralement sur la paroi d'une vacuole. On note, avec l'hypertrophie nucléaire, l'apparition de nombreuses condensations chromatiques ; les unes se présentent comme de gros globules nucléoliformes, d'autres plus petites sont dispersées dans le nucléoplasme. Dans l'enchylème nucléaire apparaissent parfois une ou plusieurs vacuoles.

Dans ces tubercules, la digestion intracellulaire s'accompagne également de contractions cellulaire et nucléaire. Celle du noyau s'accomplit *avec rejet dans le cytoplasme de globules chromatiques*. La sortie de ces masses semble facilitée par la disparition d'un contact nucléo-cytoplasmique net; des zones nucléaires périphériques se montrent diffuses, et l'on remarque à ce niveau, dans le noyau, à la limite de celui-ci et du cytoplasme, dans le cytoplasme, des globules qui se colorent en noir intense par l'hématoxyline.

Le noyau, au stade ultime de contraction ne renferme plus de vacuoles; on y remarque un, rarement plusieurs globules chromatiques, vraisemblablement de nature nucléolaire. La cellule elle-même, limitée par une paroi extrêmement mince diminue de volume; les éléments rétractés présentent une membrane plissée ou ondulée.

Enfin, dans des tubercules de taille importante, dont toutes les cellules du parenchyme péricyclique sont infectées, et qui, par conséquent, peuvent être considérées comme étant à la fin de leur évolution, nous avons constaté, après la digestion des bactéries, la fonte nucléaire. Celle-ci s'effectue par vacuolisation et apparaît soit après la reconstitution du noyau, parfois à la fin de cette reconstitution. Le noyau, d'aspect spumeux gonfle et se dissocie ; il disparaît ainsi que tous les autres éléments cellulaires.

En résumé, l'examen des nodosités d'*Ornithopus perpusillus* montre que dans certains tubercules il existe une digestion intracellulaire des bactéries suivant un mode comparable à celui décrit habituellement pour ces organismes : lyse précédée d'une agglutination. Cette digestion est différente du processus généralement signalé chez les Légumineuses avec passage de l'élément infectant par la forme bactéroïde ou sphérule, mode qui d'ailleurs existe également chez l'espèce étudiée où nous avons noté l'existence du type bactéroïde.

Dans ces tubercules on observe des processus nucléaires en rapport avec l'intensité parasitaire. Avec l'entrée du parasite et sa multiplication, on constate dans de jeunes nodosités une hypertrophie de la cellule en même temps que du noyau et du nucléole; dans des tubercules plus âgés, on remarque que cette hypertrophie est accompagnée d'une accumulation de substance chromatique; lorsque la digestion est suffisamment avancée, on assiste au phénomène inverse d'autant plus accentué que la lyse bactérienne est plus complète : contraction de la cellule, de la masse nucléaire et nucléolaire, expulsion dans le cytoplasme de corpuscules chromatiques. En fin d'évolution le noyau se résorbe par spumescence.

GÉNÉTIQUE. — *Étude cytologique de quelques hybrides d'Iris.* Note de M. **Marc Simonet**, présentée par M. L. Blaringhem.

On connaît de nombreux hybrides entre espèces présentant le même nombre de chromosomes ou des nombres différents, mais appartenant à une même série euploïde; d'une manière générale ces croisements sont aisément réalisables. Par contre, les hybrides entre espèces possédant des nombres chromosomiques différents et appartenant à une série aneuploïde sont exceptionnels. (Expériences de J. Collins et M. Mann chez les *Crépis*, de J. Clausen sur les *Viola*, de J. Chittenden sur les *Godetia*, etc.)

Aussi nous semble-t-il intéressant de signaler les résultats de nos observations cytologiques chez les hybrides entre espèces d'Iris appartenant à la série aneuploïde dont nous montrons ailleurs l'existence; nous rappelons que celle-ci, une des plus importantes connues, comporte dix-sept nombres, à savoir : $n = 9^{\star}$ (1), 10, $11^{\star}$, $12^{\star}$, $13^{\star}$, 14, 16, 17, 18, $19^{\star}$, 20, 21, 22, 24, 36, 42 et 56.

(1) L'astérisque indique que le nombre haploïde signalé est déduit du nombre diploïde seul connu.

La plupart de ces hybrides, réalisés par des horticulteurs ou des amateurs avertis, sont peu répandus et d'une culture délicate; dans cette Note, nous en signalerons une quinzaine résultant de onze combinaisons caryologiques différentes et susceptibles d'être répartis dans les cinq groupes suivants où les nombres chromosomiques (n) diffèrent :

1° *Par une unité.* — Parmi les Iris × *Regelio-cyclus* (hybride entre espèces du groupe des *Regelia* et des *Oncocyclus*), les Iris *Béatrix* Hort. (*I. Korolkowi* Reg. var *violacea* Hort. × *I. susiana* L.), *Andromaque* Hort. (*I. Korolkowi* Reg. var. *violacea* Hort. × *I. Mariae* Barb.) et *Polymnie* Hort. (*I. Korolkowi* Reg. var. *violacea* Hort. × *I. iberica* Hoffm.) obtenus par Van Tubergen ont $2n = 21$, soit exactement la réunion des 11 chromosomes de la garniture ♀ avec les 10 chromosomes du gamète ♂.

2° *Par deux unités.* — On distingue dans cette catégorie 6 types différents.

a. Dans le groupe des *Juno*, l'*I. caucasica* Hoffm. × *I. sindjarensis* Boiss. et Hauss. de H. Massée a 20 chromosomes somatiques (♀ $n = 9$ et ♂ $n = 11$).

b. Parmi les *Pogo-cyclus* (hybrides entre *Pogoniris* et *Oncocyclus*) les *I. iberica* Hoffm. × *I. pallida* Lamk. et *I. paradoxa* Stev. × *I. variegata* L. de Foster, l'*I. urmiensis* Hoog. × *I. plicata* Lamk. de F. Denis ont $2n = 22$ (♀ $= 10$ et ♂ $n = 12$).

c. Appartenant encore au groupe des *Juno*, l'*I. sindjarensis* Boiss. et Hauss. × *I. persica* L. de Van Tubergen, $2n = 24$ (♀ $n = 11$ et ♂ $n = 13$).

d. *Pogo-evansia*, hybrides très rares entre *Pogoniris* et *Evansia* (deux seulement sont connus) nous ont montré chez *I. pallida* Lamk. var. *Edina* Hort. × *I. tectorum* Max. de F. Denis, $2n = 26$ (♀ $n = 12$ et ♂ $n = 14$).

Les ×*Pogo-regelia* ont donné par le croisement des *Pogoniris* de la section des *pumila* Hort. et des *macrantha* Hort. avec les *Regelia*, les deux hybrides suivants :

e. *I. olbiensis* Hen. var. *alba major* Hort. × *I. Korolkowi* Reg. de F. Denis, $2n = 42$ (♀ $n = 20$ et ♂ $n = 22$).

f. *I. Leitchlini* Reg. × *I. macrantha* Hort. de H. Massée, $2n = 46$ (♀ $n = 22$ et ♂ $n = 24$).

3° *Par trois unités.* — Dans le groupe *Xiphion*, l'*I. Xiphium* L. var. *præcox* Hort. × *I. tingitana* Boiss. et Reut. de Richon, $2n = 31$ (♀ $n = 17$ et ♂ $n = 14$) et aussi, parmi les Iris bulbeux « dits de Hollande », les variétés *David Bless* et *Wedgewood* qui ont certainement cette même origine.

4° *Par onze unités.* — Parmi les × *Pogo-regelia*, un hybride très voisin de celui signalé ci-dessus (combinaison *e*) mais où le *Regelia* est une forme diploïde; *I. olbiensis* Hén. × *I. Korolkowi* Hort. de Dykes, $2n = 31$

(♀ $n = 20$ et ♂ $n = 11$), soit exactement une garniture haploïde (onze chromosomes) en moins.

5° *Par douze unités.* — Par contre, le × *Regelio-cyclus, I. Leichtlini* Reg. × (*I. paradoxa* Stev. × *I. iberica* Hoffm.) de Van Tubergen, $2n = 32$ (♀ $n = 22$ et ♂ $n = 10$), dont le *Regelia* est tétraploïde; une garniture haploïde est en plus de la combinaison citée au premier groupe.

C'est la première fois nous semble-t-il que de tels hybrides entre espèces d'une série aneuploïde sont signalés en si grand nombre. Ces observations sont intéressantes à bien des points de vue; nous soulignons, pour l'instant, que l'étude de ces hybrides apporte de nouveaux documents en faveur de l'individualité des chromosomes. On retrouve chez l'hybride les chromosomes des parents avec leurs formes caractéristiques. Ainsi, les *Regelia* diploïdes présentent, entre autres, une paire de très grands chromosomes en forme de V à branches symétriques; les *Regelia* tétraploïdes ont exactement une garniture chromosomique double. Quant aux *Oncocyclus*, tous leurs chromosomes sont droits. Dans les hybrides entre *Regelia* diploïdes et *Oncocyclus* (♀ $n = 11$ et ♂ $n = 10$) on voit *un* seul de ces grands chromosomes; par contre, il en existe *deux* dans l'hybride *Regelia* tétraploïde par *Oncocyclus* (♀ $n = 22$ et ♂ $n = 10$) et *trois* chez l'*I. Orestes* Hort. de Van Tubergen (*I. Korolkowi* Reg. var. *violacea* Hort. × *I. Leichtlini* Reg.) $2n = 32$, hybride triploïde (♀ $n = 11$ et ♂ $n = 22$) obtenus par le croisement de plantes appartenant aux deux groupes caryologiques des *Regelia*.

Notons, enfin, que ces hybrides sont presque complètement stériles.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations des insaponifiables et du phosphore lipidique du* Sterigmatocystis nigra *en fonction de la composition minérale du liquide de culture.* Note de M. **Charles Pontillon**, présentée par M. Molliard.

J'ai indiqué dans une Note précédente la répercussion de la composition minérale du liquide nutritif sur la formation, l'utilisation et la nature des acides gras totaux du *Sterigmatocystis nigra*. Dans les mêmes séries de déterminations, j'ai dosé les insaponifiables et le phosphore lipidique. Ces résultats sont rapportés dans le tableau ci-après et j'ai fait figurer pour mémoire les pH des liquides de culture et le poids de substance sèche d'un mycélium.

Numéros des récoltes.	Durées de culture.	Milieu normal.	Milieu à tendance acide.	Milieu à tendance alcaline.	Milieu maintenu neutre.
		1. — pH du milieu de culture.			
0	0h	4,2	4,5	4,6	6,2
1	48	1,6	1,7	4,9	6,2
2	72	1,6	1,2	5,0	6,4
3	96	2,4	0,9	5,0	6,4
4	168	8,0	—	—	6,2
		2. — Poids de substance sèche,			
1	48h	2g,744	2g,203	1g,040	2g,637
2	72	3,229	3,236	2,520	3,276
3	96	2,151	3,237	2,565	2,870
4	168	1,491	2,799	1,409	1,856
		3. — Poids des insaponifiables totaux.			
1	48	0,0238	0,0176	0,0121	0,0128
2	72	0,0262	0,0205	0,0158	0,1050
3	96	0,0284	0,0195	0,0179	0,0275
4	168	0,0864	0,0175	0,0186	0,0289
		4. — Poids des stérols.			
1	48	0,0074	0,0074	0,0045	0,0035
2	72	0,0041	0,0084	0,0045	0,0119
3	96	0,0124	0,0062	0,0090	0,0100
4	168	0,0109	0,0055	0,0106	0,0138
		5. — Poids du phosphore lipidique.			
1	48	0,0040	0,0025	0,0014	0,0028
2	72	0,0035	0,0026	0,0029	0,0031
3	96	0,0023	0,0018	0,0027	0,0022
4	168	traces	0,0004	traces	0,0003

Dans le milieu normal comme dans le milieu à tendance alcaline, les insaponifiables totaux sont en quantité croissante au fur et à mesure que la culture vieillit. Dans le milieu à tendance acide leur quantité varie dans des limites assez étroites et ils semblent utilisés au cours de l'autolyse. Une utilisation des insaponifiables se produit aussi en milieu maintenu neutre au moment du début de la fructification. Aucune détermination autre que celle des stérols n'ayant été faite sur ces insaponifiables, il est impossible de pré-

ciser la nature des substances ainsi utilisées et, par suite, le mécanisme probable de cette utilisation.

Les stérols subissent des variations assez considérables dans un même milieu et d'un milieu à un autre. Ils se montrent en relation étroite avec le catabolisme des acides gras; cependant, leur apparition, au moment de l'utilisation de ceux-ci, est en partie contre-balancée par leur emploi pendant la sporulation et au cours de l'autolyse. C'est en considérant les quantités relativement grandes de stérols trouvées en milieu pratiquement neutre que l'on est en droit de penser à une formation transitoire d'acides gras.

La quantité de phosphore lipidique présente son maximum au bout de 48 heures dans le milieu normal, un peu plus tard dans les autres milieux par suite de la déviation du métabolisme due au déséquilibre de ces milieux. Les quantités formées sont d'autant plus grandes que la composition minérale du liquide nutritif se rapproche davantage de celle du liquide de Molliard. Enfin, la disparition du phosphore lipidique n'est pas parallèle à la perte de poids de mycélium, ce qui est tout à fait normal, vu que, en fin d'autolyse, le Champignon est réduit à sa membrane et aux substances qu'elle a pu adsorber.

En résumé, la composition minérale du liquide nutritif a une répercussion considérable sur le métabolisme des lipides chez le *Sterigmatocystis nigra;* celle-ci peut s'expliquer, d'une part, par l'acidité actuelle du milieu que le Champignon tend à amener au voisinage de son optimum et, d'autre part, par une déviation du chimisme due à la nature de l'élément en excès ou de l'élément surajouté. Ces deux causes agissent parfois simultanément, mais le plus généralement la première paraît agir sur la formation des lipides et la seconde sur leur utilisation.

EMBRYOGÉNIE. — *Le développement de l'œuf et la polyembryonie chez l'*Erythronium dens canis L. (*Liliacées*). Note de M. **Paul Guérin**, présentée par M. L. Mangin.

Le genre *Erythronium* comprend près d'une vingtaine d'espèces dont l'une, l'*Erythronium dens canis* L., est assez commune, en France, dans les bois et prairies de nos montagnes. Les autres sont, pour la plupart, répandues dans l'Amérique boréale et deux d'entre elles, *E. americanum* Ker-Gawl. et *E. albidum* Nutt., ont donné lieu, de la part de E. C. Jeffrey et de J. H. Schaffner, à d'intéressantes observations.

En 1895, E. C. Jeffrey [1] attira l'attention sur le fait que, chez l'*Erythronium americanum* Ker-Gawl., l'œuf donne naissance à une abondante masse embryogénique (*embryogenic mass*) de la surface, de laquelle se séparent deux à quatre embryons dont un seul persiste. J. H. Schaffner [2], en 1901, observa chez l'*Erythronium albidum* Nutt., un suspenseur également large, irrégulier et très lobé, mais associé à un seul embryon.

L'*Erythronium dens canis* L. n'a fait l'objet, de la part d'Hofmeister [3], que d'une remarque insignifiante. L'étude complète que nous avons poursuivie de l'ovule de cette espèce, et de son contenu, nous permet d'apporter plus de précision que les auteurs précédents dans le développement de l'œuf aux dépens duquel nous avons pu constater la formation de plusieurs embryons.

On peut faire remarquer, tout d'abord, que, chez les *Erythronium*, le sac embryonnaire tire directement son origine d'une cellule sous-épidermique du nucelle ovulaire. Ce mode de formation, plutôt exceptionnel, est analogue à celui que l'on connaît depuis longtemps chez les *Lilium*, *Tulipa* et *Fritillaria*, fait qui concorde, d'ailleurs, avec le rapprochement de ces quatre genres dans une même tribu, celle des Tulipées.

Les divisions successives qui s'accomplissent dans ce sac chez l'*Erythronium dens canis* L., pour donner l'oosphère et les synergides, les antipodes et le noyau secondaire, n'offrent aucune particularité.

Après fécondation de l'oosphère, l'œuf se divise par une cloison horizontale en deux cellules superposées, en même temps qu'apparaissent les premiers noyaux d'albumen. Dans la cellule-base, le cloisonnement ultérieur est encore transversal ou légèrement oblique, tandis qu'il se produit verticalement et, d'ordinaire, un peu plus tard, dans la cellule supérieure (*fig.* 1).

Les cellules issues de cette dernière s'allongent plus ou moins et, par suite de cloisonnements répétés, donnent lieu à un amas cellulaire dont les éléments, très développés, le plus souvent vacuolaires, renferment d'ordinaire plusieurs noyaux avec de gros nucléoles (*fig.* 2). Leur ensemble peut être considéré comme constituant le suspenseur proprement dit, d'un aspect

---

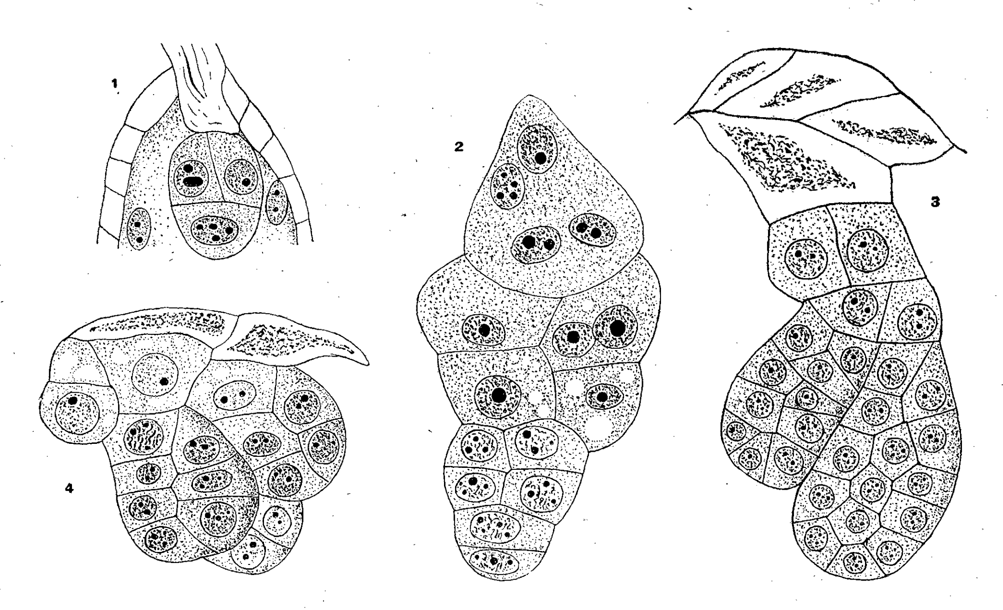
(1) E. C. Jeffrey, *Polyembryony in Erythronium americanum* (*Annals of Botany*, 9, 1895, p. 537-541, pl. XIX).

(2) J. H. Schaffner, *A contribution to the life history and cytology of Erythronium* (*Bot. Gazette*, 31, 1901, p. 369-387, pl. IV-IX).

(3) W. Hofmeister, *Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen II* (*Monocotyledonen*, Leipzig, 1861).

tout différent de celui du massif provenant du cloisonnement de la cellule inférieure primitive et qui fournit l'embryon.

La formation d'un embryon unique n'est pas rare, mais celle d'embryons multiples semble être le cas le plus fréquent (*fig.* 3 et 4). Des coupes longitudinales nous ont permis d'en observer jusqu'à trois dans le même plan (*fig.* 4), d'autres pouvant se trouver dans des plans différents.



Erythronium dens canis. — 1, premières divisions de l'œuf et premiers noyaux d'albumen; 2, suspenseur et embryon nettement distincts; 3 et 4, l'œuf a donné deux et trois embryons. Gr. : 290.

Les cellules du suspenseur paraissent ne contenir aucune substance de réserve à l'état figuré et subir simplement une résorption progressive de leur contenu protoplasmique, au profit du développement embryonnaire. Il n'en reste plus trace dans la graine mûre.

La polyembryonie existe donc chez l'*Erythronium dens canis* L. au même titre que chez l'*Erythronium americanum* K.-G., puisqu'elle dérive également de l'oosphère fécondée. Les exemples d'un phénomène analogue sont peu nombreux et n'ont été signalés, d'autre part, que chez le *Tulipa Gesneriana* L. par A. Ernst [1] et dans le *Vincetoxicum nigrum* Moench où

(1) A. Ernst, *Beiträge zur Kentniss der Entwickelung des Embryosackes und des Embryo* (Polyembryonie) *von* Tulipa Gesneriana (*Flora*, 88, 1901, p. 37-77, pl. 4-8).

L. Guignard [1] a pu observer jusqu'à huit embryons. Quelqu'en soit le nombre, dans tous les cas connus, un seul embryon continue, en définitive, son développement.

BIOLOGIE. — *Influence de la lumière sur le plancton libre d'eau douce.* Note de MM. **J.-R. Denis** et **P. Paris**, présentée par M. Ch. Gravier.

On a employé une lampe de 100 bougies sous 12 volts, enfermée dans une double cloche en verre. Les solutions filtrantes sont : *a.* fuchsine acide à 6^g pour 7 litres, ne laissant passer, sous l'épaisseur utilisée, que le rouge et un peu d'orangé; *b.* bichromate de potassium à 500^g pour 5 litres, qui laisse passer jusqu'au vert inclus; *c.* sulfate de cuivre ammoniacal à 350^g pour 7 litres, laissant passer du vert, le bleu et le violet. Les prélèvements furent faits à l'aide de la pompe à plancton : 100 litres à chaque expérience. On a opéré dans le Canal de Bourgogne, en face la Station aquicole Grimaldi (Saint-Usage, Côte-d'Or), sous un pont, afin d'éliminer l'action éventuelle du clair de lune, à une profondeur de 50^{cm}, en septembre 1930. On a interverti l'ordre des expériences dans les diverses séries. Dans un premier groupe de séries, on a étudié la composition du plancton à l'obscurité, en lumière rouge, vert jaune, bleu violet et blanche, toujours avec une lampe de 100 bougies. Les résultats ne sont pas comparables entre eux, car l'énergie agissante n'a pas été mesurée. Dans un second groupe de séries, on a opéré en lumière blanche et en faisant varier l'intensité de 100 à 50, 20, 6 et 1 bougies.

Composition du plancton recueilli. — Nous considérons comme constantes les formes suivantes : *Cyclops* 2 sp., *Diaptomus gracilis* G. O. Sars, *Leptodora Kindtii* (Focke), *Sida cristallina* (O. F. Muller), *Diaphanosoma brachyura* (Lievin), *Daphne longispina hyalina* (Leydig), *Ceriodaphnia pulchella* G. O. Sars et *Bosmina longirostris* (O. F. Muller). De plus : de nombreux Rotifères (*Asplanchna*, *Anurea*, *Brachionus*, *Polyarthra platyptera*, *Triarthra longiseta* etc.), des larves de *Tanypinæ* et des *Pediastrum*. Les formes suivantes ne sauraient être dites constantes, certaines étant sporadiques : *Argulus foliaceus* L., *Canthocamptus* sp., *Scapholeberis mucronata* (O. F. M.), *Simocephalus vetulus* (O. F. M.), *Ceriodaphnia magalops* G. O.

[1] L. Guignard, *La fécondation et la polyembryonie chez les* Vincetoxicum (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, 57, 1921, 25 pages et 64 figures).

Sars, *Moina micrura* Kurz (?), *Macrothrix laticornis* (Jurine), *Alona quadrangularis* (O. F. M.), *A. affinis* (Leydig), *A. rectangula* G. O. Sars, *A. costata* G. O. Sars, *Rhynchotalona rostrata* (Koch), *Leydigia acanthocercoïdes* (Fisch.), *Pleuroxus uncinatus* (Baird), *Chydorus sphæricus* O. F. M., *Cypridopsis vidua* O. F. M., des Hydrachnides, des larves de *Corethra*, des Difflugies etc. Il faut noter particulièrement *Leptodora Kindtii* et une *Moina*, rapportée provisoirement à l'espèce *micrura* Kurz. Ces deux formes sont nouvelles pour la région et, autant que nous le sachions, la seconde l'est pour la France.

Résultats. — 1° *En lumières variées.* — On ne peut nier l'action phototropique très nette de la lumière rouge à 100 bougies sur *Leptodora*. A l'obscurité on a en moyenne 3 Leptodora aux 100 litres; au rouge, on en compte 196. Des expériences de 1929 nous avaient déjà montré un fait semblable. Au jaune vert, on compte encore 76 *Leptodora*. Ceux-ci font toujours défaut au bleu violet. Les *Sida* fournissent des résultats analogues encore que moins nets.

2° *En lumière blanche sous intensités variables.* — Ce sont encore *Leptodora* et *Sida* qui fournissent les résultats les plus nets. Pour *Leptodora*, de 100 à 20 bougies, le phototropisme paraît négatif (o contre 3 à l'obscurité), à 6 bougies on a 2 individus et 9 à 1 bougie. Pour *Sida* (2 individus en moyenne à l'obscurité) on a un maximum de fréquence vers 1 bougie, puis la courbe s'abaisse jusqu'à 100 bougies, où l'on a encore 3 individus. Il est curieux de noter qu'une forme voisine de *Sida*, *Diaphanosoma* n'a fourni jusqu'ici, aucun résultat interprétable. *Daphnia longispina* est nettement phototropique et semble présenter un optimum entre 1 et 6 bougies.

Autres remarques. — *a. Influence du courant.* — On observe souvent, dans le canal, des courants alternatifs déplaçant visiblement les éléments du plancton. Leur influence semble se traduire, en gros, par la tendance à l'uniformité des résultats. Il convient donc de tenir compte du courant.

b. Les *Cyclops* constituèrent toujours la dominante, sauf en deux expériences en lumière blanche à 6 bougies où les Cladocères furent au moins aussi nombreux. Sans rien dire du phototropisme des *Diaptomus*, nous signalerons que les mâles furent toujours (par conséquent à l'obscurité comme à la lumière) infiniment plus nombreux que les femelles.

Les *Ceriodaphnia pulchella* et *Bosmina* constituent très généralement la majorité des Cladocères. Ces deux formes ne se sont pas montrées nettement phototropiques.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le frangularoside, nouveau rhamnoside de l'écorce de Bourdaine récemment séchée.* Note de MM. **M. Bridel** et **C. Charaux**, présentée par M. L. Mangin.

L'écorce de Bourdaine du commerce n'est jamais une écorce récente, car les récolteurs la laissent vieillir pendant une année avant de la livrer. Cette coutume serait due à ce que l'écorce récente provoquerait des vomissements alors qu'une écorce datant d'une année ne posséderait plus cette propriété.

D'autre part, les différents auteurs qui ont voulu extraire le franguloside de l'écorce récemment séchée n'ont jamais pu y parvenir, et Schwabe a supposé que le franguloside n'existe pas dans l'écorce récente. Si cette hypothèse est exacte, il y aurait donc une grande différence entre la composition de la Bourdaine du commerce et celle de la Bourdaine récemment séchée.

Pour vérifier cette hypothèse nous avons appliqué à une écorce de Bourdaine récemment séchée le procédé qui nous avait permis d'extraire 25^g de franguloside par kilogramme d'écorce de Bourdaine du commerce ([1]).

Nous n'avons pas obtenu de franguloside, mais un rhamnoside différent que nous avons appelé *frangularoside*, et dont nous donnons ci-dessous la préparation et les propriétés.

Préparation. — L'écorce de Bourdaine, récoltée par l'un de nous, est séchée rapidement, privée de son épiderme par pulvérisation et passage au tamis 15. On l'a fait macérer pendant 5 heures dans quatre fois son poids d'eau distillée. Après quoi, on exprime à la presse et l'on fait sécher à l'étuve à $+30^o$. La poudre perd ainsi environ 25 pour 100 de son poids :

Cette poudre sèche « autohydrolysée » renferme le précipité formé au cours de l'hydrolyse des glucosides solubles. On la traite par percolation continue à l'éther pendant 12 heures. On recueille le dépôt formé dans l'éther qui est d'une couleur jaune clair. Le rendement est assez variable : de 4,88 pour 100 avec une écorce récoltée en janvier à 2,65 pour 100 avec une écorce récoltée en mai.

Purification. — La purification est difficile et provoque des pertes considérables à cause de la grande altérabilité du frangularoside. Pour avoir le frangularoside cristallisé et pur, on dissout le dépôt formé dans l'éther dans un mélange de 2 volumes d'acide acétique et 1 volume d'eau. Par refroidissement, on obtient un produit cristallisé en petites aiguilles réunies en boules. Le produit recueilli est séché et dissous

---

([1]) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 1151.

à + 100°, dans un mélange de 2 volumes d'alcool octylique et 1 volume d'acide acétique. On obtient ainsi le frangularoside très bien cristallisé, en cristaux très nets et séparés. Mais le rendement est très mauvais, puisqu'en partant de 13^g de dépôt formé dans l'éther qui a donné 9^g de frangularoside après la première cristallisation, on a obtenu seulement 1^g de frangularoside pur.

On peut encore effectuer la purification dans l'alcool méthylique pur. Le rendement est meilleur, il s'élève à 20 pour 100 environ du dépôt formé dans l'éther.

Propriétés. — Le frangularoside cristallise anhydre dans l'alcool octylique et hydraté dans l'alcool méthylique. Il renferme 4,66 pour 100 d'eau. Il fond nettement au bloc Maquenne à + 234°.

Il est lévogyre. La détermination a été faite en solution dans l'alcool à 98^c renfermant seulement 1^g par litre de frangularoside.

$$[\alpha]_{5461} = -219° \quad (p = 0{,}0510;\ v = 50;\ l = 5;\ \alpha = -1°{,}120).$$

Le frangularoside, en solution, s'altère très rapidement. La teinte jaune d'or passe au jaune brun, puis au brun rouge et il se forme, ensuite, un dépôt rouge sur les parois des flacons.

Traité en poudre par l'acide sulfurique renfermant 1^g pour 200 d'acide sélénieux, il donne une solution bleue, tandis que le franguloside donne une solution rouge. Cette coloration bleue est regardée par Wasicky et Heinz comme spécifique des anthranols.

Le frangularoside se dissout dans la soude diluée en donnant une solution jaune qui passe rapidement au jaune rougeâtre, en présentant une fluorescence très nette. Puis, en l'espace de quelques minutes, la solution devient rouge cerise intense.

Le frangularoside est réducteur, par la méthode de M. G. Bertrand, 1^g réduit comme 0^g,528 de glucose.

L'hydrolyse sulfurique s'effectue normalement en dissolvant le frangularoside dans l'acide formique ou l'acide acétique contenant un tiers d'eau. Une solution dans ces liquides contenant 3^g pour 100 d'acide sulfurique et 0^g,20 pour 100 de frangularoside est hydrolysée en 1 heure et demie au bain-marie bouillant. On a trouvé les résultats suivants :

	I.	II.	Moyenne.
Sucre réducteur (en rhamnose)	41,36	40,33	40,84
Produit non glucidique..............	63,68	63,28	63,48

Le rhamnose a été extrait à l'état cristallisé et caractérisé par sa forme cristalline, son pouvoir rotatoire ($\alpha_D = +8°,80$) et son point de fnsion.

Le produit non glucidique, insoluble, a été obtenu à l'état cristallisé et nommé frangularol, en attendant que l'on puisse être fixé sur sa composition chimique qui nous permettra de comprendre les rapports qui existent entre le frangularoside, rhamnoside de la Bourdaine récente et le franguloside, rhamnoside de la Bourdaine du commerce.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur* Phyllosticta Daphniphylli *Nicol. et Agg. et aggravation de son action par des bactéries.* Note de M. **G. Nicolas** et Mlle **Aggéry**, présentée par M. Molliard.

On connaît, en phytopathologie, un certain nombre d'exemples où l'action d'une Bactérie vient s'ajouter à celle d'un parasite, champignon ou organisme voisin, que cette Bactérie soit saprophyte (*Plasmodiophora Brassicæ* dans les racines des Crucifères, *Phytophthora infestans* dans les tubercules de Pomme de terre), ou qu'elle soit elle-même parasite, comme nous l'avons observé récemment ([1]) sur *Crinum longifolium* L. et *Cr. asiaticum.*

Nous apportons ici un nouvel exemple, très intéressant, de cette double action. En 1928 ([2]), nous avons décrit sur *Daphniphyllum glaucescens* Blum. *Phyllosticta Daphniphylli*, parasite des feuilles, dont il provoque la dessiccation plus ou moins complète suivant l'étendue des taches et qu'il fait souvent tomber. Nous supposions à cette époque que le parasite se transmettait directement de feuille à feuille par ses spores et, dans ces conditions, des pulvérisations cupriques sur les feuilles et l'enlèvement de toutes celles qui présentaient les symptômes du mal devaient suffire à enrayer celui-ci. Il n'en fut rien. Malgré ces mesures (pulvérisation en décembre 1929 et effeuillage en mars 1930), les nouvelles feuilles présentaient déjà dès le mois de juillet un léger jaunissement par places, premier symptôme de l'infection par le champignon; d'autre part, certaines d'entre elles, déformées, recroquevillées à leur extrémité, cassantes, étaient, en outre, plus petites que les autres ($3^{cm},5$-$4^{cm},5$ de long sur 3-$4^{cm},5$ de large au lieu de $11,5 \times 5,5$). En outre, les feuilles de trois rameaux s'étaient toutes desséchées brusquement à la fin de juin. Le parasite s'était donc conservé par

([1]) G. Nicolas et Mlle Aggéry, *Observations sur* Stagonospora Crini *Bubak et Kabat* (*Bull. Soc. Mycol. France*, 45, 1929, p. 299).

([2]) G. Nicolas et Mlle Aggéry, *Note sur deux* Phyllosticta *parasites de plantes ornementales*, (*Bull. Soc. Mycol. France*, 44, 1928, p. 210-212).

une autre voie que par les feuilles. En effet, l'examen de rameaux vivants, le 15 avril 1930, complètement défeuillés montre des taches rouge brun, crevassées, portant çà et là de petites cloques qui sont tout simplement des pycnides qui libèrent des spores blanches, sans gouttelettes, mesurant 4,8-5,2 $\times$ 2$^{\mu}$,6 appartenant à *Phyllosticta Daphniphylli* Nicol. et Agg. Ce parasite n'est donc pas, comme nous le pensions, spécial aux feuilles, ce qui indique une fois de plus le peu de valeur de la distinction entre *Phyllosticta* et *Phoma*.

Après avoir attaqué l'épiderme, il envahit plus ou moins complètement tous les tissus du rameau jusqu'à la moelle; son mycélium pénètre dans les vaisseaux qui contiennent en même temps une sorte de gomme rouge. Son action est limitée, en général, par la formation d'une barrière de liège. Tous les tissus infectés présentent une coloration rouge rappelant celle des *Crinum* parasités par *Stagonospora;* le pigment, sécrété par la bactérie, se dissout très facilement dans l'alcool à 90°.

En octobre 1930, nous fûmes surpris de l'intensité du mal; la plupart des feuilles portaient de grandes taches desséchées; un certain nombre étaient déformées, petites, et des rameaux présentaient les altérations observées en avril. Ainsi, le 15 novembre, sur un rameau jeune voisin d'un rameau brusquement desséché en mai et portant des feuilles sans la moindre tache de *Phyllosticta* et une plage chancreuse, tous les tissus de celle-ci, rouges avec pycnides en voie d'évolution, sont morts et contiennent du mycélium et des *bactéries mobiles*, vivantes. Une section longitudinale d'un rameau, portant de nombreuses cicatrices foliaires et se ramifiant en un autre terminé par une touffe de feuilles, petites, déformées, sans taches, mais dont l'extrémité commence à se dessécher, montre une bande rouge partant d'une cicatrice foliaire et allant au cylindre central; dans les tissus de cette bande, morts, *pas la moindre trace de mycélium*, mais de *nombreuses bactéries immobiles*, mortes, que l'on retrouve, mais *mobiles, vivantes,* dans les cellules voisines, non colorées en rouge, encore vivantes. Dans les feuilles mal formées, petites, sans taches de *Phyllosticta*, les cellules, notamment celles qui avoisinent les vaisseaux de bois, contiennent de très *nombreuses bactéries vivantes;* il en est de même d'une pousse vert jaune née à la base du tronc.

Les bactéries des rameaux sont de deux types : les unes sont arrondies, isolées ou groupées par 2, rarement par 4 en tétrades (0$^{\mu}$,80); les autres forment de petits chapelets plus étroits (1$^{\mu}$,80 — 2$^{\mu}$,70); toutes se colorent par le violet de gentiane, mais les premières d'une façon plus intense que les deuxièmes; elles ne prennent pas le Gram. Ce n'est pas le lieu d'insister

ici sur leurs caractères; le fait intéressant à noter est leur présence, soit associées au *Phyllosticta*, dans les chancres des rameaux, soit seules au niveau des cicatrices foliaires ou dans les feuilles mal formées ou jaunâtres. Dans le premier cas, le champignon ouvre la porte aux Bactéries, qui, parasites comme lui, contribuent à la mort des cellules et à la dessiccation des rameaux et des feuilles. Leur parasitisme est bien démontré par leur présence, seules, sans mycélium, au voisinage des cicatrices foliaires. Lorsqu'elles sont associées au *Phyllosticta*, dans les rameaux chancreux, leur action est généralement limitée par la barrière de liège que l'arbuste oppose au champignon; mais lorsqu'elles pénètrent seules par les cicatrices foliaires, les cellules-hôtes ne réagissent pas; la bactérie chemine par les vaisseaux jusqu'aux feuilles au développement desquelles elle nuit. Cette différence de nocivité de la bactérie et du champignon est, à notre avis, un fait biologique digne de retenir l'attention.

PHYSIOLOGIE. — *Variations de la teneur en chlore du sérum sanguin et variations de l'élimination chlorurée au cours du scorbut aigu expérimental.* Note de Mme **Lucie Randoin** et Mlle **Andrée Michaux**, transmise par M. E. Leclainche.

Nos recherches antérieures sur les effets pathologiques provoqués par l'absence exclusive de vitamine antiscorbutique dans le régime alimentaire du Cobaye nous ont permis de constater, spécialement en ce qui concerne les troubles sanguins et urinaires, les faits suivants : *dans les hématies*, une augmentation de la teneur en acides gras, déterminant une diminution nette du coefficient lipocytique et une étendue anormale des variations de la résistance globulaire : de 6,5 à 0,5 (au lieu de 5,5 à 2) [1]; *dans le sérum sanguin*, une augmentation notable de la teneur en eau et de la teneur en urée [2], ce dernier résultat concordant avec une diminution de l'excrétion uréique et avec la présence d'albumine dans les urines [3].

Pour compléter ces données, nous avons recherché, parallèlement, dans le sérum sanguin et dans l'urine, les variations de la teneur en chlore.

---

(1) Mme L. Randoin et Mlle A. Michaux, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 729; **190**, 1930, p. 1234.

(2) Mme L. Randoin et Mlle A. Michaux, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1063; **188**, 1929, p. 729.

(3) Mlle A. Michaux, *Thèse de doctorat ès sciences naturelles*, Paris, Jouve, 1929; *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 582.

Technique. — Suivant notre méthode habituelle, une cinquantaine de Cobayes mâles, de poids moyen, ont été répartis en trois lots :

I. Cobayes recevant un régime naturel équilibré, composé d'un mélange à parties égales de carottes, de choux, de son et de pommes de terre cuites.

II. Cobayes soumis au régime artificiel complet (régime scorbutigène de L. Randoin (¹), complété avec 3^{cm^3} de jus de citron par animal et par jour).

III. Cobayes soumis au régime scorbutigène de L. Randoin, régime qui détermine le scorbut aigu typique et la mort au bout de 28 à 32 jours.

Le sang utilisé pour chaque dosage a été prélevé, par ponction cardiaque, sur deux Cobayes. Les dosages de chlore ont été effectués sur le sérum sanguin par la méthode de Laudat (²).

Résultats et conclusions. — I. Si l'on examine, sur le tableau ci-dessus, les chiffres relatifs aux animaux du lot I, on constate : 1° la constance tout à fait remarquable des teneurs en chlore du sérum sanguin, fait d'ailleurs absolument normal ; 2° une élimination faible du chlore en 24 heures, due à la pauvreté du régime naturel en cet élément.

II. Quant à la chlorémie des Cobayes soumis au régime artificiel complet, elle est normale, malgré une augmentation notable de l'excrétion chlorurée, augmentation due à la richesse relative en chlore du régime utilisé ; et cela prouve que le régime artificiel complet est bon.

III. Dès que des lésions graves de scorbut apparaissent dans le groupe privé de vitamine antiscorbutique, on observe une *diminution importante de l'excrétion chlorurée*, marchant de pair avec une diminution considérable du volume des urines et avec l'abaissement du taux du chlore urinaire. Il se manifeste alors une *augmentation nette de la teneur en chlore du sérum*, cette teneur atteignant environ $3^{g},9$, par litre de sérum, au lieu de 3,6, moyenne trouvée pendant les périodes correspondantes, chez les animaux recevant un régime complet et équilibré (voir le tableau ci-après).

L'usage d'un régime exclusivement privé de vitamine antiscorbutique détermine donc une *rétention chlorurée très nette*, qui ne se produit d'ailleurs pas seulement dans le sang.

IV. L'élévation de l'urée sanguine, la diminution de l'excrétion uréique, la présence d'albumine dans les urines et enfin la rétention chlorurée, observées au cours du scorbut aigu expérimental, tendent à prouver que

---

(¹) Mme L. RANDOIN, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 5, 1923, p. 806.

(²) M. LAUDAT, *Journ. Pharm. et Chim.*, 15, 1917, p. 168.

l'absence de vitamine C dans le régime détermine, chez le Cobaye, des lésions de néphrite.

Jours d'expérience.	Volume urinaire en 24 h.	Chlore pour 1000cm³ d'urine.	Élimination du chlore en 24 h.	Chlore pour 1000cm³ de sérum.
Cobayes recevant le régime naturel (lot I).				
	cm³	g	g	g
»	77,1	0,73	0,056	3,59
»	124,5	1,04	0,129	3,55
»	130,4	0,77	0,100	3,56
»	86,7	1,10	0,095	3,55
»	97,0	0,63	0,061	3,63
Moyennes	**103,1**	**0,85**	**0,088**	**3,58**
Cobayes recevant le régime artificiel complet (lot II).				
14-15e jour	62,5	2,59	0,161	3,67
21-22e »	58,2	3,70	0,215	3,64
27-28e »	52,3	4,59	0,240	3,67
30-31e »	41,4	5,24	0,216	3,61
38-39e »	21,9	8,22	0,179	3,61
Moyennes	**47,3**	**4,87**	**0,202**	**3,64**
Cobayes privés de facteur antiscorbutique (lot III).				
8- 9e jour	50,9	4,26	0,216	3,55
10-11e »	45,2	4,93	0,222	3,67
13-14e »	59,0	2,69	0,158	3,61
20-21e »	40,1	4,55	0,170	3,62
Moyennes	**48,8**	**4,11**	**0,192**	**3,61**
Période prémortelle : symptômes graves.	15,4	1,83	0,028	4,01
	14,6	1,46	0,021	3,79
	—	—	—	3,84
	4,9	1,82	0,008	3,81
	19,3	2,73	0,052	3,82
	15,1	1,00	0,015	3,90
	—	—	—	3,88
	1,5	—	—	3,96
Moyennes	**11,8**	**1,77**	**0,025**	**3,88**

PHYSIOLOGIE. — *Sucre protéidique et espèces animales.* Note de M. **H. Bierry**, présentée par M. A. Desgrez.

Les protides du plasma sanguin des divers animaux (Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Batraciens, Poissons, Mollusques) renferment un groupement prosthétique hydrocarboné : *le sucre protéidique*.

La copule glucidique peut être mise en évidence par clivage des albumines, soit par les acides, soit par les alcalis dilués. Le clivage par les acides conduit directement à la mise en liberté des glucides constituants, le clivage par les alcalis à l'obtention d'un polyholoside, non réducteur, qui donne par hydrolyse acide, en autres sucres, du *d*-mannose (¹).

Dans le but de caractériser les divers glucides accompagnant le mannose, des essais ont été faits en utilisant, soit l'action des acides, soit l'action des alcalis (²). Il est nécessaire de bien spécifier l'agent employé, car certains glucides, chauffés avec la baryte par exemple, sont simplement dédoublés, au lieu d'être hydrolysés, comme sous l'action des acides ou des ferments. Je donne cette fois, les résultats relatifs au clivage par la potasse étendue. A cet effet, les protides isolés du plasma (méthode Bierry et Vivario) sont dissous dans une solution de KOH (N/3 ou N/6 suivant les espèces) et portés une demi-heure à l'autoclave à 120°. Des expériences anciennes (1912) avaient montré que, dans ces conditions, le sucre protéidique n'était pas détruit. Après refroidissement, la liqueur sérique est additionnée de 8 volumes d'alcool à 96°. Le polyholoside est ainsi précipité, mais de nombreux traitements sont nécessaires pour le débarrasser des albumines et des impuretés qui l'accompagnent. On obtient finalement un corps blanc amorphe, soluble dans l'eau, qui fournit une réaction de Molisch intense, et donne (avec HCl et orcine) une coloration rouge violacé. Ce corps, sur la nature duquel je reviendrai, n'est pas réducteur, mais donne naissance, après hydrolyse acide, à des glucides réducteurs dextrogyres.

L'étude de la marche de l'hydrolyse a montré que dans la solution, à un certain moment tout au moins, on pouvait déceler trois glucides. En tout cas, le mannose, qui a déjà été obtenu à l'état cristallisé, est accompagné d'un autre hexose dextrogyre, le *d*-galactose. Afin d'identifier ce dernier,

(¹) H. Bierry, *C. R. Soc. Biol.*, 99, 1928, p. 1839.

(²) H. Bierry, *C. R. Soc. Biol.*, 101, 1929, p. 544 et 1066; et *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 404.

j'ai songé — l'obtention d'acide mucique n'étant pas spécifique du seul galactose — à isoler deux dérivés qui soient caractéristiques. Je me suis adressé aux produits de condensation avec les hydrazines aromatiques : phénylhydrazine et méthylphénylhydrazine asymétrique. La phénylosazone obtenue avait l'aspect caractéristique de la phénylgalactosazone; purifiée, elle fondait, au bloc Maquenne, en même temps que l'osazone obtenue à partir du galactose pur (F. inst. 212-214°).

L'hydrazone, après deux cristallisations dans l'alcool absolu, se présentait sous forme d'écailles blanches, d'un aspect nacré (Votocek) ; elle avait les constantes de la galactose-méthylphénylhydrazone anhydre. L'analyse élémentaire en a été faite également. Il s'agit donc bien du *d*-galactose.

Les protides plasmatiques de divers Mammifères (cheval, âne, mulet, chien) et d'Oiseaux (poule) ont donné, dans les mêmes conditions de clivage, les mêmes glucides; les quantités seules en étaient variables suivant les espèces et les individus. Ces recherches ont été étendues aux Vertébrés inférieurs et aux Invertébrés : les albumines des quelques espèces étudiées jusqu'ici se sont montrées plus riches en sucre protéidique que les albumines des Mammifères; de plus, la nature même du sucre protéidique, comme je le montrerai, en est différente. Il a été possible, dans ces expériences, d'évaluer le sucre protéidique global ou seulement certains de ses constituants.

En résumé, le sucre protéidique peut varier en quantité et parfois même en qualité, avec les diverses espèces animales; il est bien un des éléments de structure des protides hématiques. J'ai déjà, dès 1920, et tout récemment encore (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 740), insisté sur son caractère biochimique.

PHYSICO-CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La régulation cholestérolémique*. Note de MM. **L. Bugnard** et **C. Soula**, présentée par M. Louis Lapicque.

La constance de la teneur en cholestérol du sérum sanguin d'un individu pris dans des conditions bien déterminées et toujours les mêmes, rapproché de l'élimination de cholestérol par le foie et par la peau, pose un double problème : celui de la cholestérogenèse et celui de la régulation cholestérolémique. C'est de ce dernier seul que nous nous occupons ici.

Le sérum du sang du cœur gauche est moins riche en cholestérol que celui du sang du cœur droit. La différence entre la teneur du sérum veineux et celle du sérum artériel varie avec les auteurs qui donnent des moyennes allant de $0^{g},15$ à $0^{g},33$ par litre en faveur du sérum veineux.

Des variations aussi importantes ne peuvent être expliquées par une cholestérolyse pulmonaire : elles impliqueraient une destruction de cholestérol journalière sans rapport avec ce qu'on sait actuellement de la balance du bilan cholestérolémique. D'autres phénomènes du même ordre (hypercholestérolémie digestive, hypercholestérolémie immédiate des splénectomisés) nous ont conduit à penser qu'il s'agissait là d'un phénomène physico-chimique de régulation cholestérolémique absolument indépendant de la synthèse et de la destruction du cholestérol dans l'organisme.

Nous avons opéré sur des chiens à jeun. Les dosages ont été effectués sur du plasma de sang artériel et veineux prélevés à la carotide et, dans le cœur droit, par une sonde jugulaire. Le sang rendu incoagulable par de l'oxalate neutre est recueilli sous huile de paraffine et centrifugé immédiatement. Le cholestérol total est dosé immédiatement par la méthode de Grigaud dans le plasma et dans le sang total (après saponification à chaud). On mesure le rapport du volume globulaire au volume sanguin total, ce qui permet par un calcul simple de déterminer la teneur en cholestérol des globules. Comme témoin de l'état physico-chimique du sang, on détermine le pH du plasma (cette détermination a été faite par la méthode électrométrique avec l'électrode de Sannié).

Nous avons ainsi toujours trouvé pour le cholestérol une différence en faveur du plasma veineux : l'excès moyen du taux du cholestérol du plasma veineux sur celui du plasma artériel a été de $0^{g},13$ par litre de plasma. Par contre, nous avons toujours obtenu une augmentation du cholestérol globulaire, en moyenne $0^{g},40$ par litre de globules. La teneur en cholestérol du sang total subit des variations peu importantes, en regard de celles qui affectent le taux cholestérolique des globules et du plasma. En général, on trouve un léger enrichissement du sang artériel.

Il résulte de ces expériences que, pendant la traversée pulmonaire, il se produit un mouvement du cholestérol de la partie liquide du sang vers les globules. Les variations pulmonaires ressortissent à un simple déplacement du plasma aux globules.

Des expériences *in vitro* nous ont permis d'étudier le rôle joué par les gaz du sang et par la réaction du milieu. Dans le sang artériel, rendu incoagulable et maintenu sous huile de paraffine, on fait passer un courant d'anhydride carbonique ou un courant d'oxygène. On constate dans le sang saturé de CO^2, en même temps qu'une forte baisse du pH, une augmentation de la teneur en cholestérol du plasma. Dans le sang oxygéné, au contraire, le plasma s'est appauvri en cholestérol. Ces modifications ne se pro-

duisent plus si l'on opère les barbotages sur du plasma séparé des globules.

De même des expériences d'acidification, *in vitro*, dans les limites physiologiques, par addition ménagée de phosphate acide d'ammoniaque, nous ont toujours montré que la teneur en cholestérol du plasma s'élève franchement lorsque le pH diminue.

Il découle de ces faits que la répartition du cholestérol entre le plasma et les globules est liée à la réaction actuelle du milieu. Elle apparaît comme un des éléments du maintien de l'équilibre physico-chimique du sang.

La régulation cholestérolémique est une fonction automatique du tissu sanguin. Elle s'opère sur le cholestérol global existant dans ce tissu, sans que les phénomènes de cholestérogenèse ou de cholestérolyse y aient une part déterminante. Elle correspond à un mécanisme purement physique qui s'applique au cholestérol actuellement circulant pour régler sa répartition entre les globules et le plasma.

La différence entre la teneur du sérum veineux et du sérum artériel est commandée par les variations de l'état physico-chimique du sang, liées elles-mêmes à la vie des tissus et à la respiration pulmonaire.

ZOOLOGIE. — *Développement postembryonnaire des* Cœloplana *annamites. Organisation de la larve*. Note de M. **C. N. Dawydoff**, présentée par M. M. Caullery.

On connaît jusqu'à présent les larves de deux espèces de *Cœloplana : C. Bocki* Kom., du Japon et *C. gonoctena* Kr., d'Annam. Seule la larve japonaise fut bien étudiée (par Taku Komai, 1922). Mes propres recherches portent sur deux *Cœloplana* annamites : *C gonoctena* Kr. et *C. agniæ* Daw. Laissant ici de côté leur ontogenèse, je me borne à quelques observations sur l'organisation des larves, complétant les données de Krempf (1921).

Je note tout d'abord, chez deux Cœloplanides nouveaux : *C. agniæ* Daw., des côtes d'Annam et *C. Duboscqui* Daw., du Golfe du Siam, la présence de la même larve cydippienne que chez *C. gonoctena* et *C. Bocki*. Extérieurement, la larve de *C. agniæ* ne diffère que par des détails de la larve japonaise. Elle est richement pigmentée en brun (terre de Sienne brûlée), surtout dans les régions orale et du statocyste.

Le corps des larves annamites est fortement atténué vers l'extrémité orale, surtout chez celle de *C. agniæ*, ce qui lui donne l'aspect piriforme. En réalité, la région aborale de la larve est très comprimée dans le plan

tentaculaire, surtout au niveau de l'extrémité portant les gaines des tentacules. Cette région aborale présente 8 rangées de palettes, très longues, couplées deux à deux de façon à former 4 paires orientées suivant les plans interradiaux. L'organe aboral, encore muni de sa cloche embryonnaire, contenant un otocyste sphérique et bien formé, est flanqué de deux protubérances semi-lunaires, finement ciliées; ébauches des champs polaires.

Ces ébauches sont bien reconnaissables sur la larve de *C. gonoctena*, qui, contrairement à l'opinion de Krempf, en possède aussi à l'état adulte. Celles de *C. agniæ* ne montrent pas trace des papilles sensorielles de l'adulte. Les gaines tentaculaires ressemblent plus aux organes correspondants de *Ctenoplana* qu'à ceux de *Cœloplana* adulte. Parfaitement individualisées, elles déterminent une forte saillie de chaque côté de la face aborale. Elles sont très rapprochées du statocyste et orientées verticalement et non horizontalement comme chez *Cœloplana* adulte. Les tentacules tentillifères, riches en colloblastes, sont très longs. Chez la larve de *C. agniæ*, leur longueur dépasse parfois 4-5 fois la hauteur du corps; chez celle de *C. gonoctena*, ces organes sont également bien développés et ne méritent aucunement le qualificatif de rudimentaires donné par Krempf. L'orifice buccal, très petit et rond chez l'embryon cydippoïde contenu dans sa coque ovulaire, se présente, chez la larve libre, sous forme d'une fente très allongée, orientée suivant le plan tentaculaire. Il conduit dans une vaste cavité pharyngienne comprimée dans le même plan.

On sait que, chez les Cténophores typiques, la bouche et le pharynx sont fendus suivant le plan perpendiculaire au plan tentaculaire. Krempf croit la particularité précédente des larves de *Cœloplana* suffisante pour rejeter l'homologie naturelle de leur pharynx avec celui des Cténaires. Or, l'ontogenèse ne fournit aucune base à cette façon de voir. Chez les *Cœloplana* annamites, aussi bien que chez celles du Japon (Komai 1922), le pharynx larvaire n'est, ontogénétiquement, pas autre chose que la portion extérieure du stomodeum, dont le mode de formation et la constitution morphologique ne diffèrent en rien de ceux des Cténophores pélagiques.

La région orale de la larve est extrêmement élastique et mobile, surtout chez celle de *C. agniæ*, où elle peut s'allonger énormément dans le sens vertical.

Les organes internes les plus volumineux sont les appareils tentaculaires. La structure de l'appareil gastro-vasculaire est assez compliquée. Komai a déjà bien montré que le stomodeum embryonnaire donne naissance à

deux compartiments du pharynx et à l'œsophage. Or, il en va de même chez les larves annamites. Le pharynx y est subdivisé en deux parties superposées : une inférieure, dont nous avons déjà parlé et une supérieure, faisant suite à la première, aplatie dans le sens oro-aboral et orientée suivant le plan perpendiculaire au plan tentaculaire ; elle reste d'ailleurs assez rudimentaire. Entre le pharynx et l'entonnoir, est un canal de raccord assez long, l'œsophage, que n'a pas remarqué Krempf. Ce tube œsophagien s'enfonce dans la cavité du pharynx supérieur, en déterminant à son plafond une saillie en museau de tanche.

L'entonnoir, assez spacieux, envoie en haut deux canaux qui flanquent le statocyste et gagnent les téguments aboraux. Je n'ai pu voir de pores excréteurs sur le vivant. Le système gastro-vasculaire périphérique n'est représenté, chez la larve fraîchement éclose, que par 4 sacs interradiaux, assez spacieux, à parois très épaisses et dont la position correspond à celle des 4 doubles côtes méridiennes. Pendant la vie larvaire, cet appareil subit un perfectionnement et, vers le début de sa métamorphose, la larve de *C. agniæ* possède déjà 8 vaisseaux méridiens. Quant aux vaisseaux pharyngiens, mentionnés par Krempf dans sa description de la larve de *C. gonoctena*, je ne les ai jamais observés. D'ailleurs, je suis porté à croire, d'accord avec Komai, que le réseau pharyngien, dont l'existence fut annoncée par Krempf chez la *Cœloplana* adulte, y fait en réalité défaut.

BIOLOGIE. — *Sur l'existence de races biologiques génétiquement distinctes chez le moustique commun* Culex pipiens. Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. F. Mesnil.

J'ai montré précédemment [1] que le *Culex pipiens* de nos régions se présente sous deux formes tout à fait distinctes au point de vue physiologique, alors que leurs caractères extérieurs ne permettent pas, quant à présent, de les différencier. Je résumerai comme suit les caractères biologiques propres de ces deux formes :

1° Forme commune obligatoirement hématophage et hétérodyname. Cette race paraît constituer un type rural, de plein air. Les femelles ne peuvent pondre qu'après ingestion de sang et les générations n'ont pas une

---

[1] *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 735.

activité égale et constante. Après un certain nombre de générations actives (trois d'après mes recherches présentes), on voit survenir cycliquement une génération inactive ou hivernante, dont les femelles sont astreintes à l'hibernation. Non seulement la chaleur, substituée au repos hivernal, ne ramène pas avant longtemps la fécondité, mais elle peut provoquer des troubles physiologiques (castration thermique) et l'épuisement.

2° A cette race hématophage obligatoire et hétérodyname, s'oppose la race que j'ai dénommée « autogène ». Cette race, qui paraît exclusivement citadine, est adaptée à un développement continu, même l'hiver, à la faveur des locaux humides artificiellement chauffés. Ses générations jouissent d'une capacité évolutive et reproductrice constante (homodynames). Elles ne sont pas astreintes à l'hibernation. Elles ne sont pas davantage astreintes à l'hématophagie pour former leur ponte, bien qu'elles piquent franchement l'homme et les animaux lorsqu'elles en ont la possibilité.

J'ai reconnu que non seulement les femelles de la race autogène n'ont pas besoin de sang pour pondre, mais encore qu'elles peuvent être amenées à maturité génitale sans prendre à l'extérieur absolument aucun aliment, sans même absorber d'eau en nature. La reproduction du moustique en condition autogène nécessite seulement un degré hygrométrique élevé pour lui permettre de se maintenir pendant quelques jours, en utilisant ses propres réserves alimentaires, accumulées à l'état de larve.

Une expérience poursuivie depuis environ deux ans, à l'Insectarium, montre que ce type de *pipiens*, remarquable par une suractivité biologique toute spéciale, paraît pouvoir se conserver d'une façon quasi indéfinie dans les conditions de reproduction autogène stricte. Depuis janvier 1929 une vingtaine de générations se sont effectivement succédées dans un même boxe sans qu'aucune nourriture ait jamais été fournie aux ailés. Les aptitudes hémophages de la race ne se sont pas perdues ni même simplement atténuées pour cela. Tout au contraire, les descendants actuels de ce Culex, qui n'ont point pratiqué la succion du sang depuis au moins 22 générations, manifestent une agressivité à l'égard de l'homme nettement plus accentuée que celle des parents initiaux.

Des expériences de croisement entre les deux types biologiques de *C. pipiens* en question m'ont permis de reconnaître qu'il s'agit bien de deux races génétiquement distinctes, dont les caractères physiologiques obéissent, dans l'hybridation, aux règles de l'hérédité mendélienne.

Le caractère autogène s'est montré *récessif*. Disparu complètement à la

première génération chez les femelles issues de croisement, je l'ai vu réapparaître pour une partie des femelles à la seconde.

Les femelles croisées de première génération, inaptes à la reproduction autogène, ont d'autre part affirmé une avidité hémophage et un caractère agressif pour l'homme plus marqué que celui des parents de race pure.

Je ne suis pas parvenu, quant à présent, à constater la possibilité de transformation d'une race dans l'autre. J'ai pu seulement, exceptionnellement, provoquer la disparition, sans doute temporaire, de la propriété autogène, chez des femelles issues de larves soumises à un épuisement physiologique anormal.

Ces observations font ressortir l'intérêt de la question des races physiologiques dans l'étude du comportement des moustiques. J'en ai spécialement déjà marqué l'importance à propos de l'*Anopheles maculipennis*, le grand vecteur de paludisme des régions tempérées.

Je pense au surplus que les phénomènes ayant trait à la différenciation génétique de lignées physiologiquement distinctes méritent la plus grande attention dans tout ce qui concerne le rôle pathogène possible des insectes piqueurs.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Application de la graine de* Soja hispida *privée d'uricase. L'analyse qualitative et quantitative de l'allantoïne.* Note de MM. **R. Fosse, A. Brunel, P. de Graeve, P.-E. Thomas** et **J. Sarazin**, présentée par M. Émile Roux.

L'allantoïnase du soja transforme par fermentation l'allantoïne en acide allantoïque, que le contact des acides dédouble quantitativement en deux corps caractérisables avec une extrême sensibilité : l'acide glyoxylique et l'urée.

Comme l'uricase de ce végétal produit aussi l'acide allantoïque par fermentation aux dépens de l'acide urique, nous avons, dans le but de réaliser l'analyse spécifique de l'allantoïne, cherché et réussi à détruire l'uricase par chauffage, sans supprimer l'activité des deux autres ferments qui l'accompagnent : l'allantoïnase et l'uréase (*Comptes rendus*, 191, 1930, p. 1153).

1° *Caractérisation de l'allantoïne à la dilution de* $\frac{1}{100000}$. — Chauffer 30 minutes au bain d'eau à 40°, une solution contenant 1^{cg} d'allantoïne par litre, avec du soja (1 pour 100), privé d'uricase d'après la méthode de la Note citée, et du chloroforme; additionner le filtrat de HCl normal pour

amener son titre à N/10 et le porter 1 minute à 100°. Une coloration rouge très nette se développe par addition à ce liquide, encore chaud de chlorure de phénylhydrazine à 1 pour 100 (4 gouttes par centimètre cube), puis, après refroidissement, de ferricyanure de K à 5 pour 100 (2 gouttes par centimètre cube) et enfin de HCl concentré $2^{cm^3},5$ par centimètre cube).

2° *Caractérisation de l'allantoïne dans le sang des mammifères : veau, bœuf, cheval, porc et mouton.* — Laisser fermenter une nuit, au bain à 40°, le sérum chloroformé pourvu de soja sans uricase (1 pour 100); coaguler les protides par l'acide trichloracétique solide (20 pour 100); chauffer 1 minute à 100° le filtrat et le traiter par le réactif hydrazinique d'après le mode indiqué.

3° *Dosage de l'allantoïne en présence d'acide urique, par fermentation sous l'influence du soja privé d'uricase.* — Les résultats qui suivent ont été obtenus par la méthode décrite aux *Comptes rendus* (188, 1929, p. 1418) :

Xanthylurée pour 10cm³.	Allantoïne par litre. Théorie 1g. Trouvé.	Erreur pour 100.	Xanthylurée pour 10cm³.	Allantoïne par litre. Théorie 1g. Trouvé.	Erreur pour 100.
0,05272	0,991	−0,9	0,05298	0,996	−0,4
0,05284	0,993	−0,7	0,05319	0,999	−0,1
0,05276	0,992	−0,8	0,05367	1,009	+0,9
0,05306	0,997	−0,3	0,05338	1,007	+0,7

4° *Dosage de l'allantoïne dans l'urine de chien.* — L'application de cette technique à l'urine d'un chien soumis à un régime constant, le dosage de l'azote total (micro-Kjeldhal) et de l'urée (xanthydrol) donnent les résultats :

	Azote total en grammes par litre.	Allantoïne en grammes par litre.	$\frac{\text{N allantoïne}}{\text{N total}} \times 100$.	Urée en grammes par litre.	$\frac{\text{N urée}}{\text{N total}} \times 100$.	$\frac{\text{Allantoïne}}{\text{Urée}} \times 100$.
1er jour......	28,22	2,55	3,2	54,17	89,7	4,7
2e »	39,04	3,32	3,0	74,85	89,5	4,4
3e »	13,86	1,02	2,6	25,25	85,2	4,0
4e »	8,93	0,67	2,7	15,81	82,5	4,2
5e »	16,74	1,34	2,8	31,71	88,5	4,2
6e »	17,90	1,55	3,1	23,07	86,5	4,6
7e »	16,22	1,47	3,2	29,97	83,3	4,9

Tandis que la teneur de l'urine en allantoïne par litre oscille dans de larges limites : de $0^g,6$ à $3^g,3$, c'est-à-dire de 1 à 4, 9, le rapport de l'azote de l'allantoïne à 100 parties d'azote total (compris entre 2,6 et 3,2) ne varie que de 1 à 1,2. Les résultats sont absolument comparables en ce qui

concerne l'élimination de l'urée, puisque le rapport azoturique (82,5 à 89,7) ne varie que de 1 à 1,08. Non moins intéressant est le rapport de l'allantoïne à 100 parties d'urée : compris entre 4 et 4,9, il varie de 1 à 1,2.

5° *Action inhibitrice du cyanure de* K *sur l'uricase du soja.* — Une solution chloroformée d'urate de K à 0,5 pour 1000, placée 15 heures à 40°, en présence de soja ordinaire (1 pour 100) contenant allantoïnase et uricase, produit environ $0^g,2$ d'acide allantoïque par litre; le même milieu fermentaire additionné d'*un cent-millième de cyanure de* K n'en donne pas la moindre trace.

6° *Dosage de l'allantoïne, en présence d'acide urique et de cyanures par fermentation sous l'influence de la graine de soja non privée d'uricase.* — Tandis qu'une trace de cyanure empêche l'uricase du soja de transformer l'acide urique en allantoïne, une quantité beaucoup plus forte de ce sel devient indispensable pour inhiber complètement l'uricase *en présence d'allantoïne*. Le dosage exact de l'allantoïne en présence d'acide urique et des ferments intacts du soja nécessite une teneur en cyanure comprise entre $0^g,6$ et $0^g,8$ par litre. Au-dessous de cette limite, une partie de l'acide urique fermente et les dosages accusent une erreur par excès pouvant atteindre 10 pour 100. Au-dessus, le cyanure affaiblit l'activité de l'allantoïnase.

Cyanure par litre.	Acide urique par litre à l'état d'urate.	Urée xanthylée pour 10^{cm^3}.	Allantoïne par litre. Théorie.	Allantoïne par litre. Trouvé.	Erreur pour 100.
$0^g,6$	$0^g,250$	$0^g,02674$	$0^g,500$	$0^g,502$	+0,43
–	–	0,02662	–	0,501	+0,28
–	–	0,02662	–	0,501	+0,28
0,75	–	0,03258	0,610	0,613	+0,5
–	–	0,03283	–	0,617	+1,00
–	–	0,03248	–	0,610	0,00
0,75	0,500	0,05464	1,021	1,029	+0,80
–	–	0,05484	–	1,031	+1,00
–	–	0,05460	–	1,028	+0,7
0,7	0,250	0,06202	1,168	1,166	−0,17
–	–	0,06260	–	1,177	+0,77
–	–	0,06258	–	1,177	+0,77
0,7	0,100	0,10562	2,000	1,986	−0,68

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'état des constituants biochimiques, les protides en particulier, en solutions anhydres.* Note de M. **Jean Loiseleur**, présentée par M. Jean Perrin.

Il semble insuffisant de limiter aux seuls milieux aqueux le domaine des propriétés des différents constituants biochimiques, puisqu'en réalité ceux-ci n'existent que groupés dans des associations complexes, le plus souvent insolubles dans l'eau. L'étude de ces complexes serait, au contraire, facilitée si l'on disposait de milieux organiques, anhydres, susceptibles d'en solubiliser simultanément tous les éléments, les protides aussi bien que les glucides et les lipides. C'est ce que réalisent certains acides aliphatiques.

I. *Solubilisation des constituants biochimiques, en solutions vraies.* — De même que les *lipides* (lécithine et cholestérine), *les glucides* (glycogène, gommes) sont solubles à froid dans HCO^2H cristallisable, en formant des solutions vraies.

Les protides jouissent de la même propriété qui devient ainsi commune à tous les constituants biochimiques.

La solubilisation des protides dans les acides aliphatiques répond aux conditions suivantes :

a. Le pouvoir dissolvant d'un acide aliphatique *dépend de son P. M.* Pour les mono-acides saturés, le pouvoir dissolvant disparaît rapidement avec l'élévation du P. M.

HCO^2H pur dissout la gélatine et la caséine;
CH^3CO^2H pur dissout la gélatine, mais non la caséine;
$CH^3CH^2CO^2H$ pur ne dissout ni la gélatine, ni la caséine.

b. L'introduction d'une nouvelle fonction dans le radical peut faire apparaître le pouvoir solubilisant : c'est ainsi que $CH^3CH\,OHCO^2H$ pur et $CH^3CO - CO^2H$ (à 95 pour 100) dissolvent la caséine.

c. Certains acides aliphatiques, dépourvus par eux-mêmes des propriétés dissolvantes, peuvent devenir solvants d'un protide, en présence, soit d'un autre acide (glycocolle, alanine, etc.), soit de certains corps (phénol, aniline, etc.).

d. Par rapport aux acides aliphatiques inférieurs, les protides peuvent être divisés en trois groupes :

Gélatine, édestine : solubles dans les acides aliphatiques inférieurs anhydres (HCO^2H et CH^3CO^2H);

Caséine, ovalbumine, gliadine, protides du sérum : solubles seulement dans HCO^2H;

Osséine : soluble dans HCO^2H en présence d'un acide minéral (1 °/₀ de HCl) [1].

Ces solutions organiques obtenues à froid constituent des solutions vraies, comme il est établi ultérieurement.

2. *Apparition de l'état colloïdal : solutions paradoxales et hydrosols.* — Ces solutions initiales sont transformées en solutions organiques paradoxales ou en hydrosols par addition, soit de solvants organiques, soit d'eau.

Les solutions aliphatiques de protides peuvent admettre l'incorporation de certains solvants organiques qui, au lieu de se comporter comme agents de floculation, permettent d'obtenir ici des solutions paradoxales (sol cétonique de gélatine ou de caséine, sol cétonique de lécithine, etc.).

D'autre part, la dilution par l'eau [2] suffit à conférer l'état colloïdal à ces solutions organiques vraies en les transformant en hydrosols, et, ceci d'autant plus facilement que le degré d'hydrophylie du constituant considéré est plus marqué. Dès que la dilution est suffisante, toutes les propriétés de l'état colloïdal apparaissent : c'est ainsi que le glycogène, dont la solution formique est optiquement vide, fournit l'effet Tyndall dès l'addition d'eau ; la solution formique à 10 pour 100 d'ovalbumine, parfaitement stable à l'ébullition, coagule au contraire dès dilution par du sérum physiologique, etc...

En résumé :

1° Les constituants biochimiques, les protides en particulier, sont solubles dans certains acides aliphatiques en formant, en l'absence d'eau, des solutions vraies.

2° Le passage de la solution vraie à la pseudo-solution peut se faire par simple addition de l'eau qui intervient alors plus comme diélectrique que comme solvant chimique.

Ces propriétés étant communes à tous les constituants biochimiques, il résulte que l'état de leurs solutions dépend moins de leurs constitutions respectives que de leur comportement avec le solvant.

---

(1) *La chitine* peut être solubilisée de la même façon, à froid par HCO^2H, mais en présence d'une quantité plus importante de HCl.

(2) Cette opération constitue la généralisation de la technique de préparation des pseudo-solutions de cholestérine à partir d'une solution cétonique.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la production de l'antitoxine tétanique.* Note de M. G. **Ramon**, présentée par M. Roux.

En 1923, faisant connaître, ici même ([1]), l'anatoxine diphtérique préparée à partir de la toxine spécifique, nous indiquions que la toxine tétanique peut nous fournir, elle aussi, un dérivé inoffensif et immunisant : l'anatoxine tétanique. A la suite d'observations faites chez l'animal producteur de sérum antitoxique, nous établissions en 1925 ([2]) que l'adjonction à l'antigène du bacille tétanique (toxine ou anatoxine) d'une substance non spécifique, telle que la poudre de tapioca, permet d'augmenter dans de fortes proportions la production de l'antitoxine tétanique, chez le cheval. Enfin, à diverses reprises, nous avons montré le bénéfice parfois considérable que l'on peut retirer, dans le développement de l'immunité antitoxique, d'un grand intervalle de temps ménagé entre deux ou plusieurs injections d'anatoxine.

Ces différentes méthodes, nous les avons appliquées à la vaccination de l'animal (avec P. Descombey) ou de l'homme (avec Ch. Zoeller) contre le tétanos ainsi qu'à la préparation du sérum antitétanique; nous venons de les employer simultanément dans un essai d'hyperimmunisation portant sur quinze chevaux destinés à la production de l'antitoxine tétanique. Ces animaux appartenaient à un lot de quelques dizaines de milliers de chevaux vaccinés contre le tétanos en novembre 1929, selon le procédé couramment utilisé : deux injections de 10^{cm^3} chacune d'anatoxine au tapioca, la seconde injection étant effectuée un mois après la première. Du 30 octobre 1930 au 4 décembre, nos quinze chevaux reçoivent successivement 20, 50, 100^{cm^3} d'anatoxine puis 200, 250, 350 et 450^{cm^3} de toxine tétanique. Chacune de ces doses, sauf la dernière est additionnée, avant l'injection, de tapioca pulvérisé et stérilisé, à raison de 1^g pour 100^{cm^3} d'antigène. L'hyperimmunisation a ainsi duré 35 jours et la quantité totale d'antigène injecté a été de 1500^{cm^3} à peine.

La première saignée a été faite huit jours après la dernière injection

---

([1]) *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 1338.
([2]) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 157.

d'antigène. Le dosage de l'antitoxine tétanique dans les 15 sérums ainsi recueillis a permis de se rendre compte que leur valeur oscille entre 1200 et 10000 unités antitoxiques internationales au centimètre cube; le titre antitoxique moyen étant de 4800 unités internationales ou 2400 unités U. S.

En regard de ces résultats, nous placerons, par exemple, ceux acquis en 1924, dans des conditions voisines mais avec des méthodes toutes différentes. Vingt chevaux neufs, non vaccinés au préalable, ont été soumis durant plus de quatre mois à l'hyperimmunisation au moyen de doses croissantes de toxine tétanique additionnée de liqueur iodo-iodurée d'abord, puis de toxine pure, représentant au total plus de trois litres d'antigène. Sur les 20 sérums fournis par ces animaux, aussitôt après la période d'hyperimmunisation, 2 titraient 350 unités (internationales), 1 titrait 120 unités, 3 titraient 40 unités et 14 moins de 40 unités, soit, en moyenne, moins de 100 unités.

La comparaison de ces chiffres et résultats avec les précédents donne la mesure des progrès réalisés, à tous points de vue, grâce aux méthodes que nous avons établies ou perfectionnées durant ces six dernières années et que nous avons associées dans l'essai rapporté. Aux avantages qui s'attachent à la mise en œuvre de ces méthodes et aux résultats acquis : économie de temps, d'antigène, etc., production d'antitoxine considérablement accrue, s'en ajoutent d'autres non moins importants qui ont trait à l'utilisation en thérapeutique du sérum antitétanique ainsi obtenu. Donnons un exemple. La dose d'antitoxine tétanique généralement employée dans tous les pays pour la prévention d'urgence du tétanos chez l'homme est de 3000 unités; elle correspond à une fraction de centimètre cube des sérums dont nous venons de faire connaître la très grande valeur antitoxique, près de 5000 unités au centicube en moyenne. Cette faible quantité de sérum, renferme une masse bien minime de substances protéiques qui pourra d'ailleurs être diminuée encore par la purification; son injection à l'homme permettra, sinon d'éviter les accidents dits sériques, du moins d'en diminuer la fréquence et la sévérité.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *La carence en tryptophane et en histidine envisagée comme pathogénie de la maladie de Biermer. Thérapeutique des anémies par supplémentation de l'organisme en acides aminés hématogènes.* Note de MM. **Georges Fontès** et **Lucien Thivolle**, présentée par M. A. Desgrez.

Les faits exposés dans une Note antérieure [1] permettent de penser que s'il arrive à l'organisme humain d'être carencé en tryptophane et en histidine, une baisse du nombre des hématies et du taux de l'hémoglobine s'ensuivra, parmi d'autres troubles graves (tel la chute du poids).

Or, il est possible de concevoir qu'une telle carence puisse être réalisée dans l'anémie pernicieuse progressive essentielle (maladie de Biermer). Le symptôme le plus constant de cette maladie est, on le sait, l'achlorhydrie et l'achylie gastriques, qui entraînent une pullulation microbienne exceptionnelle dans les voies digestives.

Si l'acte digestif initial est longtemps insuffisant, il est aisé de concevoir que les sucs pancréatique et intestinal, même si leurs diastases sont normales, ne pourront que difficilement accomplir leurs fonctions habituelles. Il s'ensuivra que la digestion aura une tendance de plus en plus grande à s'arrêter à la production de gros polypeptides dont l'absorption est certainement plus malaisée que celle des acides aminés, résultat normal de la digestion protéinique. Une carence en acides aminés non indispensables à l'organisme n'a qu'une importance relativement minime. Mais si les acides aminés à noyaux non synthétisables, et notamment le tryptophane et l'histidine, sont déficients, il en résultera une perte de poids (constante chez le Biermérien) et une baisse des valeurs hématologiques. Au surplus, cette carence provoquée par une mauvaise absorption intestinale, ne peut encore qu'être aggravée par la destruction bactérienne à laquelle tryptophane et histidine sont particulièrement sensibles. De fait, chez le Biermérien, l'indoxylurie est d'une prodigieuse intensité.

Jusqu'à maintenant le raisonnement a été poursuivi, en admettant que les diastases pancréatiques et intestinales accomplissent des réactions normales. En réalité, il est vraisemblable qu'il n'en est rien. La glossite,

---

(1) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 1088.

l'inappétence, les vomissements, les diarrhées, si fréquentes chez le Biermérien, permettent de penser que tout l'appareil digestif de ce malade est pathologique. On voit donc qu'il est possible d'expliquer l'anémie perniciense essentielle, sinon par une carence brutale et totale en tryptophane et en histidine (qui entraînerait rapidement la mort), du moins par une subcarence prolongée et progressive en ces deux acides aminés.

La thérapeutique vient confirmer ce point de vue.

L'ingestion de foie était jusqu'à l'heure actuelle le traitement le plus actif de l'anémie de Biermer. Or le foie apporte en abondance, à l'état libre, la totalité des acides aminés que lui a amenés la veine porte. Parmi eux, les acides aminés hématogènes, rapidement absorbés, dans la mesure où ils échappent à la destruction bactérienne, corrigent la carence et permettent les guérisons que l'on sait.

En outre, les extraits hépatiques commerciaux n'ont d'action que pour autant qu'ils renferment tryptophane et histidine. Mais, pas plus que le foie frais, ils ne peuvent assurer le ravitaillement de l'organisme en acides aminés hématogènes, dans les proportions équilibrées que le calcul et l'expérimentation s'accordent à montrer optima.

Enfin, la muqueuse gastrique permet d'enregistrer des résultats favorables, soit parce qu'elle amène des polypeptides issus de ses propres protéines et renfermant tryptophane et histidine, soit parce qu'elle permet transitoirement à l'estomac du Biermérien de faire sortir de tels polypeptides des protéines alimentaires.

Mais, pour si forts que soient ces arguments, ils ne valent pas l'expérimentation directe. Or, l'injection sous-cutanée quotidienne au Biermérien typique du mélange 100^{mg} de tryptophane + 200^{mg} d'histidine nous a permis d'enregistrer des succès thérapeutiques parfois très rapides et longtemps maintenus. Dans un de nos cas, il est vrai, le plus favorable, les gains en 30 jours ont été : poids de 91 à 93^{kg}; hématies de 1700000 à 5100000; hémoglobine de 45 à 90 pour 100; valeur globulaire de 1,20 à 0,89.

Les gains hématologiques se sont maintenus 6 mois sans aucun traitement, cependant que le poids augmentait de près de 20^{kg}. Puis une légère chute d'hémoglobine et d'hématies s'est produite que la reprise des injections, à raison de deux par semaine, a rapidement jugulée. Actuellement, avec une seule injection par semaine, l'état demeure absolument normal.

Quant aux insuccès, ils peuvent s'expliquer par d'autres processus d'anémie : défaut d'excrétion des hématies hors des organes hématopoïé-

tiques, carence d'un élément constitutif de l'hématie autre que l'hémoglobinique, lyse des hématies supérieure à leur production, aplastie.

Outre des cas d'anémies dites biermériennes, la supplémentation de l'organisme par le mélange, totalement atoxique, de tryptophane et d'histidine, a permis d'enregistrer des succès dans des cas d'anémies leucémiques, secondaires, splénomégaliques el néoplasiques. Dans tous les cas, une augmentation rapide de l'appétit, du poids et des forces s'observe. Il est possible d'espérer que les maladies consomptives pourront, à leur tour, profiter de ces constantes améliorations.

M. **Bernard J. Dubos** adresse une Note intitulée : *Manifestations électriques à la partie supérieure des tourbillons atmosphériques, leur utilisation possible.*

A $16^h 25^m$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 35^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus pendant les séances d'octobre 1930 (*suite et fin*).

Considérations sur la structure du noyau de l'atome, par Charles Janet. Beauvais, Imprimerie départementale de l'Oise, 1929; 1 fasc. 25cm,3.

La Société géologique de France de 1880 *à* 1929, par Emmanuel de Margerie. Extrait du *Livre jubilaire publié à l'occasion du Centenaire de la Société géologique de France* (1830-1930).

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard. Imprimerie de Monaco, 1930; fasc. 80 et 81; 36cm,5.

Essai d'hydrogéologie. Recherche, étude et captage des eaux souterraines, par le Dr Ed. Imbeaux. Paris, Dunod, 1930; 1 vol. 28cm,3.

La florule algologique de Rouge-Cloître. État actuel de nos connaissances sur les algues trouvées à Rouge-Cloître, par H. Kufferath. In *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, t. 42, fasc. II, 1930; 1 fasc. 25cm,8.

L'astronautique, par Robert Esnault-Pelterie. Paris, Imprimerie A. Lahure, 1930; 1 vol. 25cm,3. (Présenté par M. Fichot.)

Mercury Arc Power Rectifiers Theory and Practice, par Othmar K. Marti et Harold Winograd. London, Mc Graw-Hill Publishing Co, 1930; 1 vol. 23cm,5.

Die Verbreitung der Eiszeitspuren in Nordund zentralasien, par W. A. Obrutschew. In *Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau*, Bd XXI, 1930, Heft 4.

Zur Existenzfrage eines mongolisch-amurischen Faltungsgürtels, par W. A. Obrutschew. In *Separat-Abdruck aus dem Centralblatt f. Min.*, etc. Jahrg, 1930, Abt. B. no 7, s, 283-288.

Ouvrages reçus pendant les séances de novembre 1930.

Atlas international des nuages et des états du ciel. In *Comité météorologique international, Commission pour l'étude des nuages*. Extrait de l'ouvrage complet à l'usage des Observateurs. Paris, Office national météorologique, 1930; 1 vol. 32cm. (Présenté par M. le général Ferrié.)

Traité des maladies du ver à soie, par A. Paillot. Paris, G. Doin et Cie, 1930; 1 vol. 25cm.

La relativité vue simplement, par Gustave Bessière. Paris, Dunod, 1930; 1 vol. 24cm.

Température des flammes. Rayonnement des gaz incandescents et des flammes. Conférences faites au Conservatoire des Arts et Métiers les 28 et 29 avril 1930, par

G. Ribaud. In *Conférences d'actualités scientifiques et industrielles* (X). Paris, Hermann et Cie, 1930; 1 fasc. 24cm, 7.

Anisotropie des molécules. Effet Raman. Conférences faites au Conservatoire national des Arts et Métiers les 2 et 3 mai 1930, par Jean Cabannes. In *Conférences d'actualités scientifiques et industrielles* (XI). Paris, Hermann et Cie, 1930; 1 fasc. 24cm, 7.

Les statistiques quantiques et leurs applications aux électrons libres dans les métaux. Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers les 12 et 13 mai 1930, par L. Brillouin. In *Conférences d'actualités scientifiques et industrielles* (XV). Paris, Hermann et Cie, 1930; 1 fasc. 24cm, 7.

La constitution des Comètes. Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers le 14 mai 1930, par F. Baldet. In *Conférences d'actualités scientifiques et industrielles* (XVI). Paris, Hermann et Cie, 1930; 1 fasc. 24cm, 7.

La structure et les mouvements de l'univers stellaire. Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers le 16 mai 1930, par G. Darmois. In *Conférences d'actualités scientifiques et industrielles* (XVII). Paris, Hermann et Cie, 1930; 1 fasc. 24cm, 7.

L'Afrique équatoriale française, par Georges Bruel. Paris, Librairie Larose, 1930; 1 vol. 22cm, 8. (Présenté par M. Perrier.)

Tables numériques pour l'analyse des graphiques résultant de la superposition de sinuoïdes, avec une introduction donnant l'exposé de la méthode d'analyse, par H. Labrouste. Evreux, Henri Dévé, 1930; 1 vol. 25cm, 3. (Présenté par M. Maurain.)

Tehnički Fakultet Sveučilišta Kraljevine Jugoslavije u Zagrebu 1919-1929. *Spomenica Fakultetskog Savjeta.* Zagreb, Tisak Nadbiskupske Tiskare, 1929; 1 vol. 29cm.

Les femmes et le progrès des sciences médicales, par le Dr Melina Lipinska. Paris, Masson et Cie, 1930; 1 vol. 24cm, 2. (Présenté par M. Quénu.)

Les insectes nuisibles au cotonnier dans les colonies françaises, par Paul Vayssière. In *Faune des colonies françaises.* Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1930; 1 vol. 25cm, 3. (Présenté par M. Marchal.)

L'Androy (*Extrême sud de Madagascar*). *Essai de monographie régionale. Géographie physique et humaine*, par R. Decary. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1930; 1 vol. 25cm, 4.

I Soffioni e i Lagoni della Toscana e la Industria Boracifera. Storia, studi, Ricerche chimische e chimico-fisiche Eseguite principalmente Nell' Ultimo Venticinquennio, par Raffaello Nasini. Roma, Tipografia Editrice Italia, 1930; 1 vol. 33cm.

Origini della Stereochimica, par socio E. Paternò. In *Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei, classe di Scienze fisiche, matematische e naturali.* Roma, 1930; 1 fasc. 28cm, 3.

Vade-Mecum du commerçant et du comptable. Année fiscale 1930-1931, par Maurice Picard. Asnières, Les Publications pratiques, 1930; 1 vol. 18cm, 4.

La mathématique des jeux ou récréations mathématiques, par M. Kraitchik. Paris, Vuibert, 1930; 1 vol. 25cm, 3. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Concordance de l'arrangement quantique de base des électrons planétaires des atomes, avec la classification scalariforme, hélicoïdale, des éléments chimiques, par Charles Janet. Beauvais, Imprimerie départementale de l'Oise, 1930; 1 fasc. 25cm.

Géothermique, procédé industriel pour fabriquer l'énergie par la captation de la chaleur de la terre, par N. FLORIAN. Rome, Tipografiile Romane, s. d.; 1 fasc. 20cm.

L'Observatoire de Genève (1772-1830-1930), par RAOUL GAUTIER et GEORGES TIERCY. Genève, Publications de l'Observatoire, Série A, volume II, 1930; 1 vol. 23cm.

Observations nouvelles sur les Ammonites liasiques du Moyen Atlas marocain, par J. MONESTIER. In *Service des Mines et de la Carte géologique du Maroc*. Montpellier, « L'Abeille », Imprimerie coopérative ouvrière, 1930; 1 fasc. 23cm,7.

Pacific Science Association. Proceedings of the Fourth Pacific Science Congress, Java, May-June 1929. Volumes I, II A, II B, III, IV; Batavia-Bandœng, 1930; 5 vol. 25cm,4.

Les Quanta, par GEORGES DÉJARDIN. Paris, Collection Armand Colin, 1930; 1 vol. 17cm,4. (Présenté par M. Fabry.)

Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique, par H. FAYE. Revu et mis à jour par M. le général BOURGEOIS. 2e partie : *Astronomie solaire, Théorie de la Lune, Astronomie physique*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1931; 1 vol. 25cm,3.

Probabilités et statistiques, par R. DE MONTESSUS DE BALLORE. Paris, Librairie scientifique Hermann et Cie, 1931; 1 vol. 25cm,3. (Présenté par M. E. Fichot.)

Topology, par SOLOMON LEFSCHETZ. In *American Mathematical Society Colloquium Publications*, Volume XII. New-York. Published by the American Mathematical Society, 1930; 1 vol, 23cm.

Översiktskarta Över Södra Sveriges Myrmarker (*Boggy ground in southern sweden*) *efter de geologiska Kartbladen utgiven av sveriges geologiska undersökning* 1923. *Skala* $\frac{1}{500\,000}$. Stockholm, A. B. Kartografisca Institutet, Centraltryckeriet, s. d.

Dictionnaire de Sylviculture (IV), par A. BRUTTINI. In *Encyclopédie économique de Sylviculture*. Paris, Paul Lechevalier, 1930; 1 vol. 25cm,4. (Présenté par M. Dangeard.)

Le Monde intérieur, par RENÉ DAMIEN. Paris, Félix Alcan, 1930; 1 vol. 22cm,7.

Space as Perception and as Idea, par F. TAVANI. London, Adlard and Son, s. d.; 1 fasc. 21cm,5.

La Tétrapolarité et les Mutations sexuelles chez Hypholoma Hydrophilum *Bull*, par RENÉ VANDENDRIES. In *Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique*, t. 63, fasc. 1, 1930; 1 fasc. 25cm,8.

Orobanchacées. Lentibulariacées, Gesneracées, par FR. PELLEGRIN; *Bignoniacées*, par PAUL DOP; *Pédalinacées*, par F. GAGNEPAIN. In *Flore générale de l'Indochine*. Tome quatrième, fasc. 5. Paris, Masson et Cie, 1930; 1 vol. 25cm,2.

Lectioni de Geometrie Purà infinitezimalà, par N. ABRAMESCU. In *Cursul Facultatii de Stiinte. Universitatea din Cluj*. Cluj, Editura Universitàtii, 1930; 1 vol. 24cm,5.

Emploi de la photographie aérienne aux levers topographiques à grande échelle, par H. ROUSSILHE. In *Encyclopédie industrielle et commerciale*. Paris, Librairie de l'Enseignement technique. Léon Eyrolles, 1930; 1 vol. texte, 31cm; 1 vol. planches, 33cm,5. (Présenté par M. G. Perrier.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 DÉCEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques formes intégrables d'une équation de Monge.* Note de M. **E. Goursat.**

1. J'ai signalé déjà quelques cas particuliers où une équation de Monge à deux variables indépendantes (¹)

$$\Omega = \Sigma A_{ik} dx_i dx_k = 0 \qquad (i, k = 1, 2, 3, 4) \tag{1}$$

peut être intégrée sous forme explicite. Les coefficients A_{ik} sont des fonctions de x_1, x_2, x_3, x_4, vérifiant les conditions $A_{ik} + A_{ki} = 0$, et l'équation (1) est équivalente à l'équation

$$\Sigma A_{ik} \frac{D(x_i, x_k)}{D(u, v)} = 0,$$

u, v désignant deux variables indépendantes quelconques. Ces cas d'intégrabilité sont les suivants :

1° La forme symétrique gauche Ω est le produit symbolique de deux formes linéaires de Pfaff $\Omega = \omega_1 \omega_2$. Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que les coefficients A_{ik} vérifient la relation

$$A_{12}A_{34} + A_{13}A_{42} + A_{14}A_{23} = 0. \tag{2}$$

Si cette condition est vérifiée, les formes de Pfaff ω_1, ω_2 se déterminent par des calculs linéaires, et l'intégration de l'équation $\Omega = 0$ est équivalente à celle de l'équation de Pfaff

$$\omega_1 + \lambda\omega_2 = 0,$$

à cinq variables $x_1, x_2, x_3, x_4, \lambda$.

(¹) *Bulletin des Sciences mathématiques*, 52, 1928, p. 392 ; 53, 1929, p. 196.

2° L'équation $\Omega = 0$ peut être ramenée, par un changement de variables, à la forme intégrable

$$dP\,dX + dQ\,dY = 0, \tag{3}$$

X, Y, P, Q étant quatre fonctions distinctes des variables x_i. Si l'on prend X et Y pour variables indépendantes, l'équation précédente s'écrit

$$\frac{\partial P}{\partial Y} = \frac{\partial Q}{\partial X}$$

et s'intègre immédiatement. Pour que l'équation $\Omega = 0$ puisse être ramenée à la forme (3), il faut et il suffit que Ω admette un facteur intégrant, c'est-à-dire qu'il existe une fonction $\mu(x_1, x_2, x_3, x_4)$ telle que la forme dérivée $(\mu\,\Omega)'$ soit nulle. Les coefficients A_{ik} doivent satisfaire à certaines conditions d'intégrabilité (voir plus bas, n° 2).

3° Enfin l'équation $\Omega = 0$ peut encore être intégrée explicitement si l'on peut, par un changement de variables, la ramener à la forme

$$dy_1\,dy_4 + f(y_1, y_2)\,dy_2\,dy_3 = 0, \tag{4}$$

sans que f soit le produit d'une fonction de y_1 par une fonction de y_2. Si l'on prend pour variables indépendantes y_1 et y_2, l'équation (4) devient

$$\frac{\partial y_4}{\partial y_2} - f(y_1, y_2)\frac{\partial y_3}{\partial y_1} = 0; \tag{5}$$

j'ai montré, dans un des articles cités plus haut (*Bulletin des Sciences mathématiques*, t. LIII, 1929, p. 200), comment on peut exprimer y_3 et y_4 au moyen des variables y_1, y_2, d'une fonction arbitraire $F(y_1, y_2)$ de ces deux variables et de ses dérivées partielles du premier et du second ordre.

2. Pour compléter ce résultat, il reste à montrer comment on peut reconnaître si une équation donnée $\Omega = 0$ peut être ramenée à la forme intégrable (4) par un changement de variables. Il faut d'abord que la forme Ω ne soit pas le produit symbolique de deux formes linéaires, c'est-à-dire que l'expression $A_{12}A_{34} + A_{13}A_{42} + A_{14}A_{32}$ ne soit pas nulle.

On peut alors déterminer une forme linéaire de Pfaff

$$\omega = a_1\,dx_1 + a_2\,dx_2 + a_3\,dx_3 + a_4\,dx_4$$

telle que l'on ait identiquement

$$\Omega\omega + (\Omega)' = 0, \tag{6}$$

et les coefficients a_i s'obtiennent par des calculs linéaires.

Cela posé, on a les propriétés suivantes :

I. *Pour que* $\Omega = 0$ *puisse être ramenée à la forme intégrable* (3), *il faut et il suffit que* ω *soit nulle ou égale à une différentielle exacte.*

II. *Pour que* $\Omega = 0$ *puisse être ramenée à la forme intégrable* (4), *il faut et il suffit que* ω *soit de la classe* DEUX *ou de la classe* TROIS.

Cette condition s'exprime en égalant à zéro le déterminant de Pfaff formé avec les coefficients de la forme dérivée ω'. La forme ω étant mise sous forme canonique $y_2\,dy_1$, ou $y_2\,dy_1 + dy_3$, il suffira de deux quadratures pour ramener l'équation $\Omega = 0$ à la forme (4).

3. Appliquons ce résultat à un problème que j'ai étudié dans le premier des articles cités au début de cette Note. Sur une droite quelconque de l'espace Δ, représentée par les équations $x = az + p$, $y = bz + q$, on choisit à volonté un point I dont la coordonnée z a pour expression

$$z = \frac{1}{2} f(a, b, p, q),$$

la fonction f dépendant du choix du point I. La recherche des congruences de droites telles que le milieu du segment focal sur chaque génératrice de la congruence soit le point I choisi sur cette droite conduit à l'intégration d'une équation de la forme (1),

$$\Omega = da\,dq + dp\,db + f(a, b, p, q)\,da\,db = 0. \tag{6}$$

J'ai déterminé dans le travail cité tous les cas où cette équation peut être ramenée à la forme (3). Si l'on cherche de même dans quels cas cette équation peut être mise sous la forme intégrable (4), on trouve que la fonction f doit satisfaire à la relation

$$\left(\frac{\partial^2 f}{\partial p\,\partial q}\right)^2 - \frac{\partial^2 f}{\partial p^2}\frac{\partial^2 f}{\partial q^2} = 0; \tag{7}$$

on en conclut facilement que, *lorsque la droite* Δ *varie en conservant la même direction, le lieu du point* I *doit être une surface développable*, et cette condition nécessaire est suffisante.

En particulier, *la recherche des congruences de droites admettant pour surface moyenne une surface développable conduit à une équation intégrable de la forme* (4), ce qu'il est facile de vérifier.

SPECTROSCOPIE. — *Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule.* Note de M. **H. Deslandres.**

I. De 1919 à 1930, j'ai mis en relief la fréquence 1062,5 cm^{-1} (désignée par la lettre d_1), ses multiples et sous-multiples, qui interviennent dans les spectres atomiques et moléculaires ([1]).

La constante d_1 a été reconnue d'abord dans les beaux spectres de bandes (ou spectres moléculaires), lumineux et ultraviolets, et même aussi infrarouges, dus aux quatre corps simples de la chimie organique. La fréquence de la bande la plus intense est, à de faibles différences près, un multiple de d_1. J'ai noté aussi en 1919, que plusieurs bandes infrarouges sont des multiples de d_1/t, t étant un nombre entier petit.

En 1924, la même propriété a été constatée dans les spectres de lignes ou spectres atomiques. Leur raie ultime ou maxima est souvent un multiple de d_1, en particulier avec les corps simples alcalins et alcalino-terreux, qui ont été l'objet d'une Note récente aux *Comptes rendus*.

En 1925, j'ai repris l'examen des bandes d'absorption, surtout infrarouges, dues aux composés gazeux dont la structure chimique est la plus simple. Les résultats ont été condensés dans la formule suivante, qui donne la fréquence ν des bandes d'une même molécule : $\nu = qd_1/rs \pm q'd'_1/r's'$, s étant le nombre des atomes ou plutôt des grands anneaux d'électrons dans la molécule et s' étant le nombre des électrons d'un des atomes dans la molécule, ou autrement dit, le nombre atomique de cet atome ; q, r, q', r' étant des nombres entiers.

Cette formule implique un lieu précis du spectre avec la structure de la molécule. Son premier terme, qui donne la position des bandes principales, a été vérifié sur 19 spectres de bandes distincts ; mais le second terme, qui se rapporte aux maxima secondaires d'une même bande, a été reconnue seulement sur quatre bandes, deux de H^2O, une de HFl, une de HCl et a été présenté avec réserves.

Je reprends aujourd'hui la question, en utilisant les données nouvelles fournies par le beau phénomène de Raman et aussi par les rayons restants de Rubens.

Le spectre de la molécule varie beaucoup avec le mode d'excitation. Lorsque la molécule est très stable, elle supporte sans décomposition le pas-

([1]) *Comptes rendus*, **169**, 1919, p. 745 et 1365; **179**, 1924, p. 5 et 1006; **180**, 1925, p. 1459 et 1980; **181**, 1925, p. 235, 387 et 410; **191**, 1930, p. 169.

sage de l'étincelle électrique, et elle émet alors les beaux spectres de bandes, tels que ceux de l'azote, qui représentent ses vibrations les plus générales. Le spectre est formé de trois séries de vibrations superposées qui correspondent à trois séries indépendantes de nombres entiers. Ces trois séries, étudiées avec l'aide de la théorie des quanta, ont été attribuées aux trois variations simples de la molécule qui sont : sa rotation, la vibration entre les atomes et le déplacement des électrons dans l'atome.

Le spectre d'absorption est obtenu avec une excitation bien moindre de la molécule; il est riche et intéressant surtout dans la région infrarouge. On y a retrouvé des bandes ou raies de rotation et de vibration, isolées et séparées des vibrations électroniques. De plus l'observation a révélé un fait nouveau fort important : le spectre particulier des atomes constituants apparaît souvent dans le spectre de la molécule, avec des modifications seulement légères.

Le spectre de réflexion coïncide en général avec le spectre d'absorption; il est utile surtout dans l'infrarouge extrême, au delà de 20^{μ}, là où le spectre d'absorption est difficile à observer.

Enfin le spectre Raman est émis avec une excitation encore plus faible de la molécule. Moins riche que les précédents, il offre quelques raies d'absorption, et en plus des raies nouvelles. L'étude actuelle me conduit à penser qu'il peut émettre, outre les raies de la molécule, outre les raies des atomes constituants, d'autres raies dues à une fraction de l'atome, par exemple à l'anneau extérieur de ses électrons. Sous la poussée faible de la radiation excitatrice, seuls les électrons extérieurs seraient déplacés.

II. Le but de la recherche a été la vérification plus large de la formule précédente et de ses deux termes. Comme il est naturel, j'ai examiné d'abord des molécules simples qui, sauf une, sont binaires. Le tableau ci-après présente les premiers résultats, et, dans les colonnes 2, 4 et 5, l'accord des fréquences avec les sous-multiples de d_1 et avec les nombres caractéristiques s et s'. Les six premières molécules et la fréquence de leur bande fondamentale d'absorption sont tirées d'un Mémoire de C. Snow publié par la Société Faraday en 1929. Puis viennent les six molécules de NaCl à KBr, qui, n'ayant ni spectre sélectif d'absorption ni spectre Raman, ont un spectre de réflexion très net, relevé par Rubens, puis par Czerny. Enfin j'ai ajouté trois spectres Raman, choisis parmi les plus intéressants [1].

---

[1] Voir Rubens, *Philos. Mag.*, 19, 1910, p. 761; Czerny, *Zeit. f. Phys.*, 65, 1930, p. 600; et, pour les trois spectres, Raman, Bragawantan, *Nature*, 169, 1930; Rasetti, *Proc. Nat. Acad.*, 1929, p. 234, et Dauze, *Ann. de Physique*, 12, 1929, p. 375.

A première vue, le tableau fait ressortir le fait suivant. Les fréquences sont la plupart des multiples de d_1/t, t étant un nombre entier petit; ce qui indique une fois de plus un lien étroit de la constante d_1 avec la cause première de ces radiations.

Les six premières fréquences ont été classées comme fréquences de vibration; les autres, et surtout les fréquences de réflexion, particulièrement intéressantes, sont attribuées la plupart à une rotation de la molécule.

Dans l'ensemble, le tableau divise les 31 fréquences en trois groupes qui sont : 1° les fréquences rattachées au premier terme de la formule et au nombre s des anneaux d'électrons (colonne 2); 2° les fréquences rattachées au second terme et au nombre s' des électrons d'un atome, en général le plus lourd (colonne 5). Les deux termes de la formule sont vérifiés, et même plusieurs bandes, qui sont parmi les plus fortes, sont rattachées à la fois au premier et au second terme. Les bandes du second terme, réunies en 1925 aux bandes du premier, en sont séparées dans les spectres actuels; ce qui facilite leur étude. De plus la liaison avec les nombres atomiques, annoncée en 1925 pour les trois éléments, O, Fl et Cl, a été étendue à six autres corps simples, Si, K, Ca, Br, Ag et Hg, et avec une netteté plus grande. Ces relations apparaissent mieux dans l'infrarouge extrême.

3° Le troisième groupe comprend les autres fréquences, au nombre de 7, parmi lesquelles on compte les raies $5d_1/4$ du diamant et $11d_1/5$ du gaz azote. Or, 4 et 5 sont les nombres d'électrons dans l'anneau extérieur de ces deux éléments, et je suggère que les deux fréquences sont dues à la vibration particulière de ces anneaux. De même pour la fréquence $d_1/9$ de KBr, qui serait émise dans l'élément Br par la vibration simultanée de l'électron unique extérieur et de l'anneau voisin de 8 électrons. De même les fréquences de SiO^2, rattachées à $d_1/3$ et $d_1/5$, seraient dues à l'anneau extérieur des atomes Si et O, momentanément ionisés par le rayon excitateur. La loi générale serait simple, au moins dans l'infrarouge : si t anneaux d'électrons, si t électrons sont excités simultanément, la fréquence émise a pour base le nombre d_1/t.

Une Note prochaine discutera ces faits et suggestions, en ajoutant les spectres d'autres molécules. Il importe de rechercher dans quelle mesure ces relations simples s'étendent aux molécules plus complexes.

J'ajouterai seulement deux remarques. Les bandes et raies attribuées jusqu'ici à la rotation peuvent avoir une origine plus simple et dépendre des électrons atomiques.

Le tableau fait prévoir des fréquences encore plus faibles de la molécule, qui, dans l'effet Raman, seraient confondues avec la raie d'excitation, très élargie, comme on sait, principalement sur le côté rouge.

Fréquences infrarouges de molécules simples et accord de la plupart d'entre elles avec la formule de 1925.

Molécule.	Nombre s (1).	Fréquence de la bande ou de la raie (2).		Multiples de d_1/rs et de $d_1/r's'$.	Résidus.	Nombre atomique s'.
HFl gaz.........	2	abs.	3962 =	15 $d_1/4$	−22	–
HCl id.........	3	id.	2994 =	17 $d_1/6$	−16	–
HBr id.........	5	id.	2559 =	12 $d_1/5$	+ 9	–
HI id.........	7	id.	2272 =	15 $d_1/7$	− 6	–
CO id.........	2	id.	2144 =	4 $d_1/2$	+19	–
NO id.........	2	id.	1833 =	7 $d_1/4$	+24	–
NaCl cristal.....	4	réfl.	264,5 =	$d_1/4$	− 1,1	-
		id.	**186,6** =	3 $d_1/17$	− 0,9	17 — Cl
KCl id......	5	id.	217,4 =	$d_1/5$	+ 4,9	
		id.	**162,3** =	3 $d_1/19$	− 5,4	19 — K
$CaFl^2$ id......	5	id.	**316,5** =	$d_1/10$	− 2,2	20 — Ca
		id.	409,6 =	7 $d_1/18$	− 3,6	9 — Fl
AgCl solide.....	8	id.	135,1 =	$d_1/8$	+ 2,5	–
		id.	**111,1** =	5 $d_1/47$	− 1,97	47 — Ag
Hg^2Cl^2 id......	20	id.	109,9 =	2 $d_1/20$	+ 3,65	80 — Hg
		id.	84,75 =	11 $d_1/160$	+ 1,25	80 — Hg
KBr id......	7	id.	135,1 =	9 $d_1/70$	− 0,9	35 — Br
		id	**116,3** =	$d_1/9$	− 1,75	–
C diamant......	–	ram.	1331,0 =	5 $d_1/4$	+ 3,0	–
N^2 gaz..........	2	id.	2335,0 =	11 $d_1/5$	− 2,0	–
SiO^2 cristal.....	4	id.	**128,5** =	$d_1/8$	− 4,3	8 — O
		id.	207,5 =	$d_1/5$	− 5,0	–
	4	id.	267,0 =	$d_1/4$	+ 1,4	8 — O
		id.	356,5 =	$d_1/3$	+ 2,3	–
	4	id.	402,5 =	3 $d_1/8$	+ 4,0	8 — O
	4	id.	**467,0** =	7 $d_1/16$	+ 2,2	8 — O
		id.	700,0 =	2 $d_1/3$	− 8,0	–
	4	id.	796,0 =	3 $d_1/4$	+ 0,8	8 — O
	4	id.	1062,0 =	4 $d_1/4$	− 0,5	8 — O
		id.	1165,0 =	11 $d_1/10$	+ 3,7	-
		id.	1287,0 =	17 $d_1/14$	− 3,2	14 — Si

(1) Pratiquement le nombre s' d'un atome est, en comptant de haut en bas, le numéro de la ligne horizontale qui, dans la table de Mendéléef, contient l'atome, la première ligne de l'hydrogène étant écartée. Le nombre s de la molécule est la somme des s de ses atomes.

(2) Les fréquences en chiffres gras sont celles des bandes les plus fortes.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la régularité du régime des tensions superficielles des latex frais d'*Euphorbia Lathyris. Note de MM. **L. Blaringhem** et **M. Chopin**.

L'un de nous a décrit ([1]) un appareil *tensiomètre* destiné à la mesure des tensions superficielles des liquides colloïdaux prélevés en très petite quantité. La mise au point de l'appareil et les principales observations sériées au cours de 1930 ont été faites avec du latex, relativement abondant, de l'Euphorbe Epurge (*Euphorbia Lathyris* L.) et ont donné lieu à diverses remarques intéressantes.

Cette Euphorbe fut introduite à la Station de Recherches Berthelot en 1912 à partir de quelques graines provenant du Muséum d'Histoire naturelle; quoique bisannuelles, les générations s'y succèdent d'année en année en ce sens qu'on conserve uniquement le plant spontané provenant des graines germant en octobre jusqu'à février; ces semis spontanés fournissent au printemps des individus de tous âges, ayant par conséquent six, dix, même douze mois d'existence à l'époque où les premiers prélèvements de latex ont été faits. On a donné les numéros d'ordre de 1 à 10, à dix plantes bien venues, croissant côte à côte dans une parcelle réservée, mais d'âges différents, provenant de graines de 1929.

De mai à fin octobre ces plantes donnent leurs inflorescences, leurs fleurs, leurs graines, d'abord sur l'axe terminal, ensuite sur les ramifications latérales qui se succèdent pour fournir en été de véritables buissons où se trouvent des fruits ayant projeté leurs graines, des fruits verts, des grappes de fleurs fécondées, des boutons et des pousses feuillées. Bref, pour nos études, nous avons utilisé des *individus d'une même lignée*, mais aussi divergents que possible par l'âge à partir de la germination et des parties aussi différentes que possible par leur évolution propre (feuilles, rameaux, inflorescences, pédoncules de fleurs ou de fruits). Or, les mesures des tensions superficielles des latex, prélevés avec certaines précautions, donnent des chiffres presque identiques pour les divers individus et pour les divers organes.

On peut prélever chaque jour, à partir de mai, 1^{cm^3} de latex sur un organe quelconque sans que la plante paraisse en souffrir; le tensiomètre de M. Chopin n'exige que $0^{cm^3},2$ de liquide pour faire une mesure correcte;

([1]) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 1293.

l'appareil est facilement transportable, facilement lavé et séché; nous nous sommes aperçus qu'il était convenable, aux heures chaudes de la journée, de faire les mesures non en plein air, ni sous un abri vitré, mais dans une enceinte fermée à état hygrométrique élevé et à température constante.

Les incisions ont été faites à la base, ou à la pointe des feuilles adultes, sur les bourrelets des ramifications des inflorescences, sous les fleurs en boutons ou épanouies. Le latex perle en gouttes arrondies qu'on aspire dans un tube de verre effilé; il est porté de suite sur la platine circulaire du tensiomètre et étalé en anneau sur le bord; on soulève le cylindre mobile pour provoquer la formation de la membrane de latex et l'on mesure l'effort de rupture du fragment de caténoïde ainsi obtenu puis régularisé par plusieurs oscillations. Voici une série de mesures effectuées sur 10 individus croissant côte à côte en mai :

Tension superficielle α en dynes par centimètre du latex de Euphorbia Lathyris *L.*

Euphorbes.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
α..............	28	30,5	29,5	29	29,5	29	29	28	29	28
α'.............	27,5	29	29,5	27,5	30,5	30	28	31	27,2	29

La première ligne correspond à des essais effectués le 13 mai 1930 entre 14 et 16^h, tandis que la seconde ligne correspond à des essais faits dans le cours du mois de mai et à des heures différentes (8 à 18^h) mais toujours à une température voisine de 18°, et pour des mesures faites aussitôt après le prélèvement des liquides. On peut constater que les divergences individuelles, de même que celles qui résultent des dates, des heures, ou des organes, sont presque de l'ordre des erreurs de mesure. Bref, pour la lignée, isolée depuis 1912, d'*Euphorbia Lathyris*, les tensions superficielles des latex sont d'une régularité inattendue et pourraient en quelque sorte caractériser le type.

Les mesures faites avec les latex d'autres plantes donnent des chiffres notablement différents. Ainsi, avec le Pissenlit (*Taraxacum officinale* Wig., variété horticole), en mai, on obtient un α oscillant autour de 40 dynes par centimètre; pour *Papaver somniferum* L. var. *Mursellii* $\alpha = 20$; pour un hybride de *Papaver* (*setigerum* $\times$ *somniferum* var.) $\alpha = 31$ vers la fin de juin; pour *Chelidonium majus*, $\alpha = 21$. Mais, pour les dernières mesures, faites avec des latex de Papavéracées, il y a lieu d'écarter toutes les épreuves, et elles sont en majorité, où la coagulation est commencée. Envisagé à ce point de vue, le tensiomètre de M. Chopin rendra des services en permettant de suivre les phénomènes physiques qui précèdent ou préparent la coagulation.

En résumé, le latex de l'*Euphorbia Lathyris* L. (et probablement des Euphorbiacées tropicales donnant le caoutchouc) en raison de la lenteur de la coagulation, fournit avec l'appareil tensiomètre de M. Chopin des résultats identiques quelle que soit la localisation des prélèvements. Il faut attribuer ce résultat pour partie à la régularité de croissance de la lignée *Euphorbia Lathyris* L. de Bellevue.

L'uniformité périodique des températures et états hygrométriques dans les pays à moussons sont une condition favorable à la bonne utilisation de ce procédé. Pour en recommander l'emploi dans les études de coagulation de latex de plantes à caoutchouc, il faut tenir compte de l'uniformité des plantes non par l'âge mais par l'origine et par conséquent l'utiliser dans les plantations d'Hevea greffés.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la teneur en zinc du foie chez le rat en voie de croissance.* Note de M. **Gabriel Bertrand** et Mme **Y. Brandt-Beauzemont.**

Les expériences sur le rat que nous avons publiées il y a quelques mois [1] ont confirmé les faits découverts par l'un de nous, en collaboration avec Vladesco, au sujet des variations remarquables que présente la teneur en zinc de l'organisme animal au cours de la vie; elles ont confirmé, notamment, que la teneur en zinc des mammifères offre un maxima au moment de la naissance, qu'elle diminue peu à peu durant la période d'alimentation lactée, le lait étant très pauvre en métal, et remonte rapidement à partir du sevrage [2].

Ces faits, nous l'avons rappelé antérieurement, ont été méconnus ou même niés par d'autres expérimentateurs [3]. Comme ils n'ont pas seulement une importance théorique, mais des conséquences au point de vue de l'alimentation des nouveau-nés, nous avons continué leur étude. Aujourd'hui, nous donnons les résultats que nous avons obtenus en déterminant les proportions de zinc contenues dans le foie de rats blancs sacrifiés à diverses périodes de leur vie : le jour de la naissance, vers la fin du régime

(1) Gab. Bertrand et Mlle Y. Beauzemont, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1089.

(2) Gab. Bertrand et R. Vladesco, *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 768, et 173, 1921, p. 54.

(3) *Loc. cit.*

exclusivement lacté ([1]), quelque temps après le sevrage, enfin, à l'âge adulte.

L'origine des animaux, leur mode d'alimentation ont été les mêmes que dans nos expériences antérieures. La technique a aussi été la même, à cela près que nous avons opéré sur les foies seuls et non sur les animaux entiers. Comme les foies de rats sont très petits, surtout dans les premières semaines, nous avons dû réunir ceux de plusieurs portées, jusqu'à 33, provenant de six portées, pour les rats examinés le jour de la naissance. Nous mettions alors de côté les foies recueillis, pesés et séchés, au fur et à mesure, jusqu'au moment où nous en avions un poids suffisant pour effectuer un dosage dans de bonnes conditions. Voici les résultats de nos nouvelles expériences :

	Age des animaux examinés :			
	1 jour.	15 jours.	30 jours.	7 mois.
Nombre de foies analysés	33	19	12	4
Poids des foies frais analysés (gr)	6,99	12,18	23,06	29,24
Poids d'un foie frais (gr)	0,21	0,64	1,92	7,31
Eau pour 100	78,70	75,25	79,97	76,07
Zinc pour 100 gr de foie frais (mg)	24,35	12,70	7,38	7,76
Zinc pour 100 gr de foie sec (mg)	114,31	51,31	36,84	32,42
Zinc total d'un foie (mg)	0,051	0,085	0,141	0,57

Ces résultats font ressortir de profondes analogies entre la variation de la teneur en zinc du foie et celle qui a été reconnue chez l'animal entier : c'est ainsi que, dans les deux cas, y a environ trois fois et demi plus de métal au moment de la naissance qu'à l'âge adulte.

Il apparaît cependant une différence. Dans le foie, la proportion de zinc diminue progressivement, mais elle ne tombe pas, à la fin de la période d'alimentation lactée, à un taux inférieur à celui que l'on rencontre plus tard. Cette différence tient sans doute à ce que le rôle du foie devient relativement plus grand chez l'adulte qu'il n'est chez le nouveau-né. Du moins constate-t-on que son poids s'élève plus rapidement que celui du corps : de la naissance au septième mois, il a augmenté dans le rapport de 1 à 35, tandis que le poids du corps n'a augmenté que dans le rapport de 1 à 21.

Il est intéressant de rapprocher ces faits de ceux qui ont été découverts au cours des recherches classiques de Bunge et de ses disciples sur le fer. Un tel rapprochement fait ressortir, en effet, une très grande analogie entre la manière dont les deux métaux pénètrent, se répartissent et se mobilisent dans le corps des jeunes mammifères.

([1]) On admet ordinairement que les souris et les rats sont sevrés par leurs mères respectives le 21e jour. Les ratons commencent cependant à grignoter les substances alimentaires à leur portée déjà quelques jours avant.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la mucine des liquides articulaires.* Note de MM. **Ch. Achard** et **M. Piettre.**

La présence de mucine dans les liquides articulaires offre un intérêt d'ordre général. Cette substance n'existant pas dans le sang, la synovie apparaît, non comme un simple transsudat du plasma sanguin, mais comme un liquide formé en partie par la paroi de la séreuse articulaire.

Cette synovio-mucine mérite donc une étude.

Méthodes d'isolement. — Avec la méthode à l'acétone, la floculation des protéines du sérum est pratiquement nulle par addition à froid d'acétone à volume égal : elle ne commence qu'à partir de $1^{vol}, 50$ d'acétone et n'est complète qu'avec $2^{vol}, 50$.

Au contraire, la synovio-mucine est presque totalement précipitée par un volume égal d'acétone, et les caractères de cette floculation sont tout à fait différents de ceux de la floculation des protéines sériques : précipitation massive de filaments blanchâtres très visqueux, qui s'agglomèrent en une seule masse se rétractant assez fortement.

Pour obtenir l'isolement de cette mucine ([1]), on sépare les caillots fibrineux, s'il y en a, par centrifugation, on précipite alors bien à froid la mucine par addition d'un volume d'acétone sensiblement égal au volume de la liqueur qui la contient. On agite très vivement cette liqueur pendant qu'on lui ajoute l'acétone. La mucine apparaît brusquement en une masse visqueuse, très épaisse, qui se rétracte peu à peu. On essore très vite au Büchner qui retient la mucine, blanche, élastique. Un seul lavage à l'acétone froide est suffisant.

La liqueur aqueuse acétonique est alors additionnée d'un égal volume d'acétone, de façon à obtenir une concentration de 2,5, comme dans le cas de la précipitation acétonique du sérum. Dans ces conditions, s'il y a des protéines sériques dans l'exsudat, elles floculent à ce moment et peuvent être isolées, lavées, puis soumises à la technique habituelle de séparation.

De toute façon, on continue le lavage de la mucine sur Büchner par de l'éther sec à deux ou trois reprises. Comme elle est très adhérente au filtre, il convient de la reprendre par l'eau distillée dans laquelle elle se dissout

---

([1]) Cette technique, d'après quelques essais, semble devoir s'appliquer à d'autres liquides organiques contenant de la mucine ou des substances voisines, pseudomucines, etc.

assez lentement, pour donner une liqueur très visqueuse et filante. On fait l'extrait sec sur un volume donné et toutes autres déterminations physico-chimiques.

La mucine peut être purifiée par une ou plusieurs précipitations à froid, à l'aide d'acétone, volume à volume, suivies de simple lavage à l'éther sec. On la conserve alors à l'état de poudre sèche toujours soluble de nouveau dans l'eau distillée. Dans les liqueurs aqueuses ou éthérées, on dose les lipides, sels, extractif azoté ou non.

La méthode aux sels, lorsque la mucine existe seule dans les liquides articulaires, donne comme d'habitude des fractionnements (d'ailleurs impossibles à séparer correctement), alors qu'il n'y a qu'une substance unique, la mucine. Lorsqu'il s'agit, au contraire, d'un mélange de mucine et de protéines sériques, bien mis en évidence par la technique à l'acétone, l'emploi des sels aux doses croissantes n'aboutit pas du tout à des séparations satisfaisantes : nous avons ainsi perdu quatre exsudats articulaires sans obtenir de résultats valables.

Caractères chimiques. — La synovio-mucine n'a pu être isolée jusqu'ici en quantité suffisante pour en permettre l'analyse élémentaire. Cependant on a pu la caractériser par sa teneur en soufre :

Premier échantillon : matière séchée sur vide sulfurique, $0^g,5403$:

SO^4Ba pesé	$0^g,0272$
S pour 100	$0^g,6895$

Deuxième échantillon : matière séchée sur vide sulfurique, $0^g,7835$:

SO^4Ba pesé	$0^g,0414$
S pour 100	$0^g,72$

La teneur moyenne en soufre, d'après ces données, oscillerait autour de $0^g,70$ pour 100.

On sait, d'autre part, que la teneur moyenne en soufre des différentes protéines du sérum est de :

Sérum-albumine	2 pour 100
Sérum-globuline	0,8 pour 100
Myxoprotéine	1,1 pour 100

En tenant compte de la proportion de chacune de ces protéines dans le sérum du sang normal, on trouve que la teneur moyenne en soufre des protéines totales de ce sérum atteindrait sensiblement $1^g,40$ pour 100, c'est-à-dire le double de celle de la mucine.

Caractères physiques. — La propriété la plus caractéristique de la synovio-mucine est sa grande viscosité. Nous avons mesuré cette viscosité par comparaison avec celle d'une solution de protéines sériques à la même concentration, en nous servant du viscosimètre de Baumé et Vigneron, à la température de + 20° C. :

a. Solution aqueuse de synovio-mucine à 0,8 pour 100 : D = 100356 à + 20° C.
Temps d'écoulement entre les deux repères : 50″, 8.

b. Solution aqueuse de protéines sériques à 0,8 pour 100.
Temps d'écoulement entre les deux repères : 10″, 1.

Le temps d'écoulement de l'eau est de 9″, 3.

En appliquant la formule de Poiseuille $\eta = D \frac{T}{T_0}$, on obtient :

a. Viscosité spécifique .... $\eta = 5,389$
b. » .... $\eta = 1,090$

La différence de viscosité est donc très grande entre la synovio-mucine et les protéines sériques.

Dans quel groupe de muco-protéines ou mucines peut-on ranger la synovio-mucine ?

Armand Gautier distingue : les mucines proprement dites (mucus d'escargot, de glandes salivaires, de tendons), les pseudo-mucines (bile) et les mucoïdes complexes d'Hammarsten (ascite, etc.). La synovio-mucine se rapproche beaucoup des mucines vraies : 1° par sa propriété à l'égard des acides étendus (solubilité dans un excès de HCl, solubilité nulle ou très faible dans un excès d'acide acétique); 2° par sa teneur en soufre, très voisine de celles du mucus salivaire ($0^g,84$ d'après Hammarsten) et du mucus des tendons ($0^g,84$ d'après Lœbisch).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation conforme des aires planes multiplement connexes.* Note (1) de M. C. DE LA VALLÉE POUSSIN.

1. Considérons une aire A de l'ordre $n+1$ de connexion, bornée par un contour extérieur C et par n contours internes $C_1, C_2, \ldots, C_n$, tous supposés analytiques et réguliers. Dans une Note publiée récemment sous ce

(1) Séance du 22 décembre 1930.

même titre dans les *Comptes rendus* ([1]), j'ai affirmé qu'une telle aire est représentable sur une aire D attachée à un polynome de degré *n à racines distinctes*,

$$(1) \qquad P(u) = (u - a_1)(u - a_2)\ldots(u - a_n).$$

Il y a lieu de revenir sur cet énoncé que je crois actuellement trop général pour en préciser la portée et le compléter.

La démonstration que je viens de publier dans un Mémoire des *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure* ([2]), repose sur la construction d'une fonction $F(z)$ dont le module reste constant sur chacun des contours C et C_k et dont l'argument augmente d'une même *période* 2π sur chacun des contours internes, supposés parcourus dans le sens direct. *La démonstration postule que la dérivée $F'(z)$ ne s'annule pas sur les contours.*

Si $F'(z)$ s'annule sur les contours et que le théorème reste vrai, ces racines seront des points *irréguliers* dans la représentation. Mais l'extension que j'ai faite du théorème à ce cas était prématurée ([3]).

2. Pour obtenir une théorie générale et éviter, en tout cas, les singularités sur les frontières, il convient d'élargir les conditions imposées au polynome $P(u)$. Nous remplacerons le polynome (1) par un polynome possédant encore n racines distinctes, mais chacune d'un certain ordre de multiplicité,

$$(2) \qquad P(u) = (u - a_1)^{m_1}(u - a_2)^{m_2}\ldots(u - a_n)^{m_n}.$$

On a alors les théorèmes suivants :

3. *Les entiers positifs m_1, m_2, ..., m_n étant choisis, on peut construire une fonction $F(z)$, régulière et uniforme dans l'aire A, dont le module demeure constant sur chacun des contours C et C_k, et dont l'argument augmente de m_1 circonférences sur C_1, de m_2 sur C_2, etc. L'aire A appartiendra à un polynome de la forme (2), à condition de choisir convenablement les racines, c'est-à-dire qu'elle sera représentable sur une aire D attachée à ce polynome (avec correspondance des contours extérieurs), pourvu que la dérivée $F'(z)$ ne s'annule pas sur les contours.*

Ce théorème se démontre en généralisant les procédés du Mémoire cité.

([1]) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 782.

([2]) *Sur la représentation des aires multiplement connexes* (**47**, 1930, p. 267-309).

([3]) Le théorème est en défaut si $F'(z)$ admet des racines d'ordre impair sur les contours. Le raisonnement fait (nº **31**, 2º) pour écarter cette éventualité est insuffisant. Ce cas me paraît devoir être aussi général que l'absence de racines.

La fonction $F(z)$ se construit sans plus de difficulté dans l'aire A, mais il faut encore la prolonger artificiellement à l'intérieur de chacun des vides. Dans le vide intérieur à $C_i (i = 1, 2, \ldots, n)$, plaçons m_i points $\alpha, \beta, \ldots, \mu$, suffisamment près les uns des autres pour que le polynome de degré m_i

$$p_i(z) = (z-\alpha)(z-\beta)\ldots(z-\mu)$$

possède, à l'intérieur de C_i, une cassinienne K_i entourant toutes ses racines et sur laquelle son module soit inférieur à celui de $F(z)$ sur C_i. Dans cette cassinienne, la fonction $F(z)$ sera égale, par définition, à $p_i(z)$. Elle sera prolongée artificiellement dans l'anneau compris entre K_i et C_i en raccordant arbitrairement ses lignes d'égal argument et en faisant croître constamment r le long des lignes de raccordement. La fonction $F(z)$ est maintenant continue dans l'aire A *comblée*. Considérant la relation $F(z) = \zeta$, on peut tracer un système cyclique correspondant de coupures dans le plan ζ et construire un polynome $P(u)$ à racines distinctes tel que la relation $P(u) = \zeta$ admette le même système de coupures. Le polynome $P(u)$ cherché sera la limite du précédent quand les racines tendront à devenir égales dans chacun des vides.

4. *Quelle que soit l'aire* A, *on peut choisir les exposants* $m_1, m_2, \ldots$, *de manière que la dérivée de la fonction* $F(z)$ *ne s'annule pas sur les frontières.*

Voici brièvement la méthode à suivre pour faire ce choix :

Reprenons les notations du Mémoire cité (n° 10). Soient $U_1, U_2, \ldots, U_n$ les fonctions harmoniques fondamentales pour l'aire A, et $V_1, V_2, \ldots, V_n$ leurs associées. Soient encore ω_{ki} $(i, k = 1, 2, \ldots, n)$ les périodes fondamentales. L'expression

$$\Omega_i = \omega_{1i} + \omega_{2i} + \ldots + \omega_{ni}$$

est la période sur C_i de la fonction

$$V_0 = V_1 + V_2 + \ldots + V_n,$$

associée à la fonction harmonique

$$U_0 = U_1 + U_2 + \ldots + U_n.$$

Cette dernière est nulle sur C et égale à l'unité sur tous les contours C_k. La fonction étant constamment maximée sur les contours C_k, les périodes Ω_i sont toutes négatives. Comme elle est extrémée sur tous les contours, la dérivée de la fonction $U_0 + iV_0$ de z ne s'annulera sur aucun d'eux.

Posons maintenant

$$U = \lambda_1 U_1 + \lambda_2 U_2 + \ldots, \qquad V = \lambda_1 V_1 + \lambda_2 V_2 + \ldots,$$

et déterminons les coefficients λ par le système linéaire $(i=1, 2, \ldots, n)$

$$\lambda_1\omega_{1i}+\lambda_2\omega_{2i}+\ldots+\lambda_n\omega_{ni}=-\varepsilon_i\frac{\Omega_i}{2\pi}2\pi.$$

La fonction U coïncide avec $-U_0$ quand tous les ε_i sont égaux à l'unité. On peut donc assigner aux ε_i des valeurs suffisamment voisines de l'unité pour que $U+iV$ s'approche autant qu'on voudra de $-U_0-iV_0$ et, par conséquent, pour que sa dérivée ne s'annule pas non plus sur les frontières. On peut donc substituer aux expressions $-\varepsilon_i\Omega_i : 2\pi$ des nombres rationnels positifs $m_i : m$ de même dénominateur satisfaisant à cette condition. Alors la fonction $U+iV$, définie par le système

$$\lambda_1\omega_{1i}+\lambda_2\omega_{2i}+\ldots+\lambda_n\omega_{ni}=\frac{m_i}{m}2\pi,$$

aura sa dérivée différente de zéro sur les contours et la fonction

$$F(z)=e^{m(U+iV)}$$

répondra à la question.

5. *Si l'aire* A *admet deux représentations différentes sur* D *avec correspondance des contours extérieurs, elles déterminent une substitution des cassiniennes internes. Si elles échangent des cassiniennes renfermant des racines du même ordre de multiplicité, la figure* D *possède un centre de symétrie et les diverses solutions s'obtiennent par une rotation de la figure* D *autour de son centre.*

En effet, les deux correspondances $u=\varphi(z)$ et $v=\varphi_1(z)$ entre D et A entraînent les relations $P(u)=F(z)$ et $P(v)=F_1(z)$. Mais les deux fonctions F et F_1 ayant des arguments de mêmes périodes ne diffèrent que par un facteur constant h, d'où $P(v)=hP(u)$, et v est une fonction linéaire de u (¹).

6. *Si l'aire* A *admet plusieurs représentations sur elle-même avec correspondance du contour extérieur, on peut choisir le polynome* $P(u)$ *de manière à réaliser les conditions du théorème précédent.*

L'aire D correspondant à A se représentera sur elle-même par une substitution $u=\varphi(v)$ permutant les cassiniennes internes Γ_k. En répétant la substitution, on permute successivement ces cassiniennes jusqu'à ce qu'on retrouve la permutation initiale. A chaque permutation différente correspond une fonction différente $F(z)$. Désignons-les par $F_1, F_2, \ldots, F_r$.

(¹) C'est par inadvertance que j'ai fait $h=1$ dans le Mémoire cité (n° 25).

Leur produit $F(z) = F_1 F_2 \ldots F_r$ est une fonction dont l'argument aura les mêmes périodes sur les contours C_k qui s'échangent entre eux et elle détermine le polynome $P(u)$ demandé.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la réflexion des ondes électromagnétiques.* Note [1] de MM. **C. Gutton** et **G. Beauvais**.

Garbasso (*Acad. des Sciences de Turin*, 1893) a montré que les ondes hertziennes étaient réfléchies par un ensemble de résonateurs répartis sur un plan et que l'intensité du faisceau réfléchi était la plus grande possible lorsque les résonateurs étaient accordés. En utilisant les ondes courtes des oscillateurs à lampe triode de Pierret [2], dont les oscillations entretenues produisent des résonances beaucoup plus aiguës que les oscillateurs à étincelles employés par Garbasso, nous avons repris des expériences de réflexion sur des résonateurs.

L'oscillateur rayonne des ondes de 17^{cm} de longueur. Sa petite antenne est disposée sur la ligne focale d'un miroir cylindro-parabolique. Le faisceau parallèle obtenu est envoyé sur des réflecteurs constitués de la manière suivante. Des fils de cuivre rectilignes, de longueurs égales, sont régulièrement répartis, en files et en rangées, sur un plan. Ces fils servent de résonateurs; ils sont attachés les uns aux autres par du fil à coudre et l'ensemble est tendu sur un cadre carré de 1^m de côté. La distance entre deux résonateurs voisins est égale à leur longueur. Il a été construit 5 réflecteurs avec des résonateurs ayant respectivement 6, 7, 8, 9 et 10^{cm} de longueur. Les ondes réfléchies sont reçues sur un fil en résonance au milieu duquel est intercalé une soudure thermo-électrique reliée à un galvanomètre.

Les résonateurs de 8^{cm} sont très prés de l'accord et le réflecteur correspondant réfléchit parfaitement le faisceau incident lorsque les fils sont parallèles à la direction de la force électrique. Pour toute autre direction, la composante de la force électrique parallèle aux résonateurs est seule réfléchie, la composante perpendiculaire est transmise. On réalise ainsi un miroir qui réfléchit un faisceau polarisé dans un plan parallèle à la direction des résonateurs.

---

(1) Séance du 22 décembre 1930.

(2) Pierret, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1601.

Les autres réflecteurs non accordés ne réfléchissent qu'une fraction faible de l'énergie incidente.

En envoyant sur les divers réflecteurs sous l'incidence normale le faisceau rayonné par l'oscillateur, on obtient un système d'ondes stationnaires. Nous avons déterminé les distances au réflecteur des nœuds et des ventres et comparé ces distances à celles que l'on obtient lorsqu'on emploie comme miroir une plaque de zinc carrée de 1^{m} de côté. Nous avons pu ainsi comparer le changement de phase de la force électrique, lors de la réflexion sur les résonateurs, au changement de phase d'une demi-période lors de la réflexion sur une lame métallique. Les différences de marche correspondantes exprimées en longueur d'onde sont pour les diverses longueurs des résonateurs :

cm	λ
6	+0,127
7	+0,050
8	−0,038
9	−0,098
10	−0,168

Elles correspondent à une avance pour les résonateurs de période plus courte que celle des ondes incidentes et à un retard pour les résonateurs de période plus longue. Ce changement de phase s'explique de la manière suivante : le faisceau réfléchi est un faisceau émis par les fils du réflecteur, si ceux-ci sont à l'accord, le courant qui les parcourt est en phase avec la force électrique ; s'ils sont plus longs, le courant est en retard sur la force électrique, s'ils sont plus courts il est, au contraire, en avance. Les changements de phase observés correspondent donc au décalage du courant sur la force électrique, celui-ci s'inverse lors du passage par la résonance.

Du changement de phase à la réflexion, on peut déduire la valeur de l'amortissement des oscillations libres des résonateurs. Si, en effet, on désigne par ω et Ω les pulsations de l'oscillation libre du résonateur et de l'oscillation incidente, le décalage φ de la force électrique sur le courant est donné par la relation

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\Omega^2 - \omega^2}{2\alpha\Omega},$$

où α est l'amortissement cherché.

Si les résonateurs sont peu désaccordés

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\Omega - \omega}{\alpha},$$

et une variation de l'angle φ est reliée à une variation de ω par la relation

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\omega}{\alpha}.$$

La mesure que nous avons faite des retards donne pour deux résonateurs la valeur de $\Delta\varphi$, la valeur de $\Delta\omega$ se déduit du fait qu'ils oscillent en demi-onde. Les nombres du tableau précédent donnent des valeurs de α dont la moyenne est $0,14 \times 10^{10}$. Récemment Sonoda [1], en traçant la courbe de résonance d'un fil oscillant en demi-onde, pour des ondes de longueur très voisine de celle qui nous a servi, trouve une valeur peu différente $0,12 \times 10^{10}$.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur la confusion des effets de la foudre proprement dite avec ceux de la matière fulminante.* Note [2] de M. E. **Mathias**.

La cause de la plupart des erreurs commises dans l'explication de l'action de la foudre est dans la confusion des effets de la *foudre proprement dite* avec ceux de la *matière fulminante*.

La foudre proprement dite est le courant d'électricité naturelle qui se produit entre un nuage et la terre, ou entre deux nuages, lorsque leur différence de potentiel est suffisamment grande. La durée de la foudre proprement dite est de l'ordre du millième de seconde. En traversant l'air, elle détermine la formation d'un *résidu*, qui est la matière fulminante; celle-ci est un explosif gazeux qui, suivant sa masse (petite ou grande) et sa forme (cylindrique ou sphérique), dure quelques millièmes ou centièmes de seconde dans le cas de l'éclair fulgurant, des secondes ou même des minutes dans le cas de l'éclair sphérique.

La matière fulminante n'est donc pas la foudre proprement dite; c'est un *résidu* qui se meut sous l'influence de la pesanteur et du principe d'Archimède, des courants d'air et des percussions provenant de la décomposition fatale de ses molécules, superficielles ou profondes, sous l'influence du refroidissement.

L'éclair fulgurant, chargé toujours d'électricité positive, a une trajectoire déterminée par les lignes de force du champ électrique de l'air (trajectoires

(1) Sonoda, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 195.

(2) Séance du 22 décembre 1930.

orthogonales des surfaces équipotentielles. A cause des ions flottant dans l'air agité des orages, les lignes de force peuvent avoir des formes compliquées; d'où la forme quelquefois singulière de l'éclair fulgurant, ses ramifications, etc. Il peut arriver qu'un fort tourbillon d'air, à forme hélicoïdale, détermine, par la forme hélicoïdale des lignes de force électrique à son intérieur, un éclair fulgurant de même forme.

Dans ce cas, c'est la forme hélicoïdale des lignes de force dans l'air qui détermine le sillon en hélice suivi par l'électricité positive de l'éclair fulgurant en descendant les potentiels; on n'a pas le droit de parler de *foudre hélicoïdale* en entendant par là que *la tendance à créer la trajectoire hélicoïdale préexiste dans l'électricité positive de l'éclair fulgurant pendant son jaillissement.*

Quand le flux électrique a cessé, son *résidu* (la matière fulminante) n'est plus qu'un corps chimique, plus ou moins fortement électrisé, soumis aux lois ordinaires de la mécanique, de la physique et de la chimie; ce n'est plus qu'un explosif qui prolonge les effets de la foudre proprement dite en libérant, par son explosion, la quaatité énorme d'énergie absorbée lors de sa formation.

Pendant le jaillissement du flux électrique, en chaque point de l'axe de la trajectoire, le phénomène physique est de révolution autour de la tangente à l'arc de la trajectoire en ce point, que la trajectoire soit rectiligne ou spirale.

Mais quand la matière fulminante de l'éclair fulgurant linéaire explose, les effets de l'explosion, en chaque point de l'axe du cylindre de matière fulminante, peuvent ne pas avoir la même puissance dans toutes les directions normales à l'axe. La matière fulminante, pendant le refroidissement qui a précédé l'explosion, ayant rétracté la surface extérieure du fluide, a fait rentrer à l'intérieur des parties extérieures plus froides; en sorte que la matière fnlminante, supposée homogène en tous les points de l'éclair à l'époque initiale de sa formation, ne l'est plus tout à fait au moment de son explosion, quelques millièmes ou centièmes de seconde plus tard.

Cette hétérogénéité est cependant peu de chose vis-à-vis de celle qui s'est produite lorsque toute la matière fulminante, ayant pris l'aire minima, est réduite à la forme sphérique. Alors, quand elle explose, quelques secondes ou même plusieurs minutes après, l'explosion peut être tout à fait dissymétrique et ne plus rappeler en rien la perfection de la symétrie de la sphère dans toutes les directions qui passent par son centre. Cette explosion peut déterminer des tourbillons en spirale qui tordent les objets,

les arbres, etc. *Les indubitables phénomènes de torsion observés sur des tiges métalliques, sur des arbres, etc., ne doivent pas être attribués à la foudre proprement dite*, mais sont seulement des conséquences de l'explosion de la matière fulminante, car la foudre proprement dite n'existe plus alors, et l'on n'en observe plus que des conséquences éloignées.

Quand donc on parle de *foudre spirale*, dans l'intention de rapporter à la foudre proprement dite la cause de la trajectoire en spirale laissée sur des arbres, sur le corps humain, etc., on opère une véritable confusion sur la cause de l'effet produit, laquelle est une cause postérieure à la foudre proprement dite, qui a disparu quelquefois plusieurs minutes auparavant.

Il y a cependant un cas où la foudre proprement dite donne une trajectoire spirale; c'est quand elle arrive tangentiellement sur la surface propre et conductrice d'un objet ou d'un arbre cylindrique ou conique. Mais alors c'est la *ligne géodésique* qui suit la foudre sur cette surface, c'est-à-dire la trajectoire à la fois la plus courte et la moins résistante. La foudre proprement dite n'obéit en rien alors à une tendance hélicoïdale obscure qui serait tantôt dextrorsum et tantôt sinistrorsum. S'il en était ainsi, il y aurait deux sortes d'éclairs fulgurants, les uns *droits*, les autres *gauches*, ce que l'observation, à notre connaissance du moins, n'a jamais montré jusqu'ici.

M. M. **Caullery** fait hommage à l'Académie d'un nouveau volume paru dans la Section de biologie générale de l'Encyclopédie scientifique, *La Parthénogenèse*, par M. Albert Vandel, et dont il a écrit la *Préface*.

Sir **Ernest Rutherford** fait hommage à l'Académie d'un ouvrage, écrit en collaboration avec MM. James Chadwick et C. D. Ellis, intitulé *Radiations from Radioactive Substances*.

M. **W. Vernadsky** fait hommage d'une Note intitulée *Les isotopes et la matière vivante*.

ÉLECTIONS.

M. **Henri Lagatu** est élu Correspondant pour la Section d'économie rurale par 21 suffrages contre 12 à M. *René Paillot*, 3 à M. *Émile Terroine* et 2 à M. *Jean Feytaud*, en remplacement de M. *Godlewski* décédé.

CORRESPONDANCE.

M. B. **Berloty** adresse un Rapport supplémentaire sur l'emploi de la subvention accordée sur la *Fondation Loutreuil* à l'Observatoire de Ksara.

Le **Général commandant l'École Polytechnique** adresse un Rapport sur l'emploi des deux subventions qui ont été accordées à cette école sur la *Fondation Loutreuil* en 1927 et 1928.

M. le **Président de la Société scientifique d'Arcachon** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil.*

Le **Conseil de la British Association for the Advancement of Science** prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter au *Centenaire de sa fondation* les 23-30 septembre 1931.

L'**Institut Carnegie de Technologie** annonce qu'une troisième Conférence internationale sur le *Charbon bitumineux* se tiendra à Pittsburgh du 16 au 21 novembre 1931.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Étude sur l'utilisation de l'énergie des marées en France*, par Georges Moreau.

2° The Geological Survey of Kwantung and Kwangsi. *Palaeontological Memoir*, vol. 1.

3° *Memorie della Reale Accademia d'Italia.* Classe di Scienze fisiche mathematiche e naturali, volume 1.

GÉOMÉTRIE. — *Sur un problème posé par Chasles* (*Généralisation du théorème de Pascal*). Note de M. **Léon Pomey**, présentée par M. L. Lecornu.

1. Ce problème, formulé dans l'*Aperçu historique*, est celui de *reconnaître à quelle condition une courbe algébrique* (*plane ou gauche*) *ou une surface peut contenir un point de plus qu'il n'est nécessaire pour la définir* (c'est-à-dire à quelle condition, par exemple, une cubique plane ou une quadrique contient dix points donnés; une quartique plane, quinze points, etc.).

Or on peut ramener en général ce problème à celui de trouver le dernier point d'intersection de la courbe ou surface (supposées de degré n) avec une courbe unicursale (plane ou gauche) quand tous les autres points de rencontre sont connus. Et cette question à son tour revient *à trouver le dernier homologue de* $(n-1)$ *points connus dans une involution d'ordre n définie sur la courbe unicursale* (¹).

Dans le cas des cubiques, quartiques et quadriques, on peut prendre pour unicursale une conique, et, d'autre part, les propriétés connues des systèmes linéaires de coniques à 2 ou 3 paramètres permettent alors de soudre géométriquement le dernier problème, et par suite celui de Chasles; ainsi d'ailleurs que maints autres tels que ceux-ci : construction *continue* par points d'une cubique définie par neuf points; construction des coniques qui lui sont tangentes, osculatrices, surosculatrices, ...; détermination du neuvième point de base d'un faisceau de cubiques, etc. Voici à titre d'exemple quelques énoncés relatifs au *problème de Chasles*.

2. *Une cubique étant définie par neuf points* $A_1, \ldots, A_9$, *une condition nécessaire et suffisante pour que cette courbe contienne un dixième point* A_{10} *est la suivante :*

Ayant déterminé les six trios de points $(m_1), (m_2), \ldots, (m_6)$ suivant lesquels la conique Γ, menée par les points A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, coupe respectivement six cubiques dégénérées (formées d'une conique et d'une droite) dont les trois premières passent par les sept points $A_1, A_2, A_3, A_6, A_7, A_8, A_9$ et les trois autres par les sept points $A_1, A_2, A_3, A_6, A_7, A_8, A_{10}$; puis considérant les six coniques $\gamma_1, \ldots, \gamma_6$ dont chacune passe respectivement par un de ces six trios de points et par deux points fixes arbitraires :

(¹) Pour les propriétés d'une telle involution, voir : *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 194; et *Journ. Éc. Polytechnique*, 27ᵉ Cahier, 1929, p. 1.

a (situé sur Γ) et b; si Q est le point de concours des trois cordes (différentes de ab) que les trois premières coniques γ_1, γ_2, γ_3 ont deux à deux en commun, et si Q′ est le point analogue pour γ_4, γ_5, γ_6; si enfin α et β sont les deux points homologues communs aux deux involutions engendrées sur la droite QQ′ respectivement par γ_1, γ_2, γ_3 et par γ_4, γ_5, γ_6; *la condition cherchée est que les six points* A_4, A_5, a, b, α, β *soient une même conique.*

3. *Condition nécessaire et suffisante pour qu'une quartique définie par quatorze points* $A_1, \ldots, A_{14}$ *contienne un quinzième point donné* A_{15} :

Ayant déterminé les quatre groupes de quatre points en lesquels la conique Γ, menée par A_1, A_2, A_3, A_4, A_{12}, coupe quatre des quartiques dégénérées (formées d'une cubique et d'une droite) passant par les onze points $A_1, \ldots, A_{11}$; puis ayant construit une conique σ harmoniquement inscrite aux quatre coniques dont chacune passe par un de ces groupes de points et par un point arbitraire α du plan; si l'on appelle $(M_1)(M_2)(M_3)$ les trois trios de points en lesquels (en dehors de A_{12}) Γ rencontre trois des coniques qui sont harmoniquement circonscrites à la conique σ et qui passent par les deux points α et A_{12}; si de même $(M'_1)(M'_2)(M'_3)$, $(M''_1)(M''_2)(M''_3)$, $(M'''_1)(M'''_2)(M'''_3)$ sont trois autres groupes analogues de points obtenus en remplaçant, dans les constructions précédentes, un des points $A_5 \ldots A_{11}$ successivement par A_{13}, A_{14} et A_{15}; si enfin $(\mu_1)(\mu_2)(\mu_3)$, $(\mu'_1)\ldots$, $(\mu''_1)\ldots$, $(\mu'''_1)\ldots$ sont les quatre groupes de points correspondant aux précédents sur une cubique gauche γ dont la conique Γ soit la projection, *la condition demandée est que le point* ω, *commun* aux trois plans définis par les trois trios de points $(\mu_1)(\mu_2)(\mu_3)$, et les trois points analogues ω', ω'', ω''' fournis par les trois autres systèmes de points $(\mu'_1)\ldots$, $(\mu''_1)\ldots$, $(\mu'''_1)\ldots$, *soient tous les quatre dans un même plan.*

4. *Condition nécessaire et suffisante pour qu'une quadrique, définie par neuf points* $A_1, \ldots A_9$, *passe par un dixième point* A_{10}.

Ayant déterminé les quatre groupes de quatre points en lesquels le cercle Γ mené par $A_7\,A_8\,A_9$ coupe quatre des quadriques dégénérées (formées de deux plans) passant par les six points $A_1\,A_2\,A_3\,A_4\,A_5\,A_6$; puis ayant construit une conique σ harmoniquement inscrite aux quatre coniques dont chacune passe par un de ces groupes de quatre points et par un point arbitraire α du plan; si alors γ est la conique qui passe par les quatre points $A_7\,A_8\,A_9\,\alpha$ et qui est harmoniquement circonscrite à la conique σ; et si γ' est la conique analogue obtenue en remplaçant, dans les constructions précédentes, l'un quelconque des points $A_1\,A_2\,A_3\,A_4\,A_5\,A_6$ par le point A_{10}, *la condition demandée est que les trois coniques* Γ, γ *et* γ' *passent par un même point.*

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la représentation conforme.* Note [1] de MM. **V. Chepeleff** et **M. Lavrentieff**, présentée par M. Hadamard.

Le but de cette Note est d'indiquer quelques propriétés nouvelles des fonctions analytiques univalentes.

1. Pour démontrer les propositions qui suivent, le lemme suivant est essentiel :

Lemme. — *Soit $\mathcal{D}^*$ le domaine qu'on obtient en enlevant du demi-plan $\mathcal{I}(w) > 0$, $w = u + iv$, un continu F contenant un point de l'axe réel et contenu dans le demi-plan $\mathrm{R}(w) > 0$. Désignons par $\mathcal{D}$ le domaine simplement connexe maximal contenant le point $w = i$ et contenu dans $\mathcal{D}^*$. Alors, si $w = f(z)$, $f(0) = 0$, $f(i) = i$ est la fonction qui réalise la représentation conforme du demi-plan $\mathcal{I}(z) > 0$ sur le domaine $\mathcal{D}$, nous avons $\mathrm{R}[f(iy)] < 0$ pour $0 < y < 1$.*

Pour démontrer ce lemme, nous considérons d'abord le cas particulier où le continu F est un segment rectiligne infiniment petit et formant avec l'axe imaginaire un angle infiniment petit du même ordre. Dans ce cas, on obtient le résultat nécessaire au moyen de la formule de Christoffel-Schwarz. On en déduit que le lemme est encore vrai si F est un arc simple analytique. Le cas général s'obtient immédiatement en appliquant le théorème connu de M. Carathéodory sur les familles de fonctions univalentes.

En réalisant quelques représentations conformes, on déduit de ce lemme les théorèmes suivants :

Théorème I. — *Soit $\mathcal{D}$ un domaine simplement connexe contenant le cercle $|z| < 1$. Alors, dans la représentation conforme $w = f(z)$, $f(0) = 0$ du domaine $\mathcal{D}$ sur le cercle $|w| < 1$, il correspond au cercle $|z| < \mathrm{R} \leqq 1$ un domaine étoilé* [2].

Théorème II. — *Quel que soit le domaine $\mathcal{D}$ simplement connexe contenant le point $z = 0$ et dont la frontière a pour tangente l'axe réel au point $z = 1$, la fonction $w = f(z)$, $f(0) = 0$ qui réalise la représentation conforme du domaine $\mathcal{D}$ sur le cercle $|w| < 1$, ne peut être régulière et univalente dans le cercle $|z| < \mathrm{R} > 1$.*

---

(1) Séance du 22 décembre 1930.

(2) On appelle domaine étoilé tout domaine simplement connexe contenant le point $w = 0$ et tel que chaque demi-droite issue de ce point coupe la frontière du domaine en un seul point.

2. En appliquant le théorème I et un théorème de M. Lavrentieff (¹), on obtient le résultat suivant :

Théorème. — *Soit $w = f(z)$ une fonction réalisant la représentation conforme du cercle $|z| < 1$ sur un domaine $\mathcal{D}$ simplement connexe; on suppose $f(0) = 0$, $f'(0) = 1$. Considérons, dans le plan w, n demi-droites issues de l'origine et formant des angles égaux. Dans ce cas, la partie de l'une au moins de ces demi-droites située dans le cercle $|w| < \frac{1}{\sqrt[n]{4}}$ appartient au domaine $\mathcal{D}$.*

La constante $\frac{1}{\sqrt[n]{4}}$ ne peut pas être remplacée par une constante inférieure sans que le théorème cesse d'être vrai (²).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Une propriété générale des fonctions entières d'ordre infini.* Note (³) de M. **Henri Milloux**, transmise par M. Émile Borel.

1. On sait que toute fonction entière $f(z)$ d'ordre fini ρ supérieur à $\frac{1}{2}$ possède au moins deux demi-droites de Borel; d'une façon un peu plus précise, il existe au moins deux suites de cercles C_n, C'_n (cercles de remplissage), tels que dans chacune des suites, l'exposant de convergence des zéros de $f(z) - a$ est égal à ρ, sauf pour une valeur finie de a au plus. Les cercles C_n, C'_n sont contenus dans la même couronne circulaire :

$$r_n^{1-\varepsilon_n} \leq |z| \leq r_n^{1+\varepsilon_n} \qquad (\lim \varepsilon_n = 0).$$

Ils sont vus de l'origine sous des angles qui tendent vers zéro avec $\frac{1}{n}$ et la différence des arguments de leurs centres est bornée inférieurement par un nombre positif ne dépendant que de ρ.

2. *Une propriété analogue est valable pour les fonctions entières d'ordre infini.*

On ne peut, bien entendu, songer à démontrer l'existence de deux demi-droites analogues aux demi-droites de Borel, puisqu'il existe des fonctions

(¹) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 827.

(²) Les cas où $n = 1$, 2 sont classiques; dans les cas $n = 3$, 4, le problème a été résolu par M. Kotchine (*Bulletin du 1er Congrès des Mathématiciens de l'U.R.S.S. à Kharkow*, 1930; sous presse).

(³) Séance du 22 décembre 1930.

entières d'ordre infini, qui sont d'ordre fini à l'extérieur d'un angle d'ouverture arbitrairement petite. Mais on peut démontrer l'existence de deux suites distinctes de cercles de remplissage; d'une façon précise, on a le théorème suivant :

THÉORÈME. — *Soit $f(z)$ une fonction entière d'ordre infini, à indice caractéristique $T(r)$. Il existe une suite de couronnes circulaires :*

$$(\Gamma_n) \qquad (1-\varepsilon_n)r_n \leqq |z| \leqq (1+\varepsilon_n)r_n$$

avec

$$\lim r_n = \infty, \qquad \lim \frac{\log T(r_n)}{\log r_n} = \infty, \qquad \lim \varepsilon_n = 0,$$

telles que dans chaque Γ_n se trouvent deux cercles C_n, C'_n, satisfaisant aux conditions suivantes :

1° *Ils sont vus de l'origine sous des angles dont les ouvertures sont de l'ordre de grandeur de $[T(r_n)]^{-\lambda}$, λ étant une constante positive inférieure à un tiers; on peut choisir cette constante arbitrairement.*

2° *La différence des arguments de leurs centres est au moins de l'ordre de grandeur de*

$$\log^{-1-\varepsilon'_n} T(r_n) \qquad (\lim \varepsilon'_n = 0).$$

3° *Le nombre des zéros de $f(z) - a$ dans chacun des cercles C_n, C'_n est au moins égal à une quantité k de l'ordre de grandeur de $[T(r_n)]^{1-3\lambda}$, sauf peut-être pour des valeurs de a, dont les images sphériques sont incluses dans deux petits cercles de rayon e^{-k}* [1].

Il résulte de ce théorème que, si l'on considère les zéros de $f(z) - a$ situés dans chacune des suites C_n, C'_n, l'exposant de convergence de ces zéros est infini, sauf peut-être pour une valeur au plus de a.

3. La démonstration du théorème précédent est basée sur les deux lemmes suivants :

LEMME I. — *Dans tout intervalle rR, tel que*

$$\log R = \log r + \frac{10}{\varepsilon[\log T(r)]^{\varepsilon}},$$

il existe une valeur r' du module $|z|$, pour laquelle la fonction $f(z)$, à indice caractéristique $T(r)$, vérifie l'inégalité

$$\log|f(r'e^{i\varphi})| \geqq \alpha T(r') \qquad (0 \leqq \varphi < 2\pi),$$

---

[1] L'un de ces petits cercles entoure nécessairement le point à l'infini sur la sphère de Riemann.

pour des valeurs de φ, dont l'ensemble est de mesure au moins égale à

$$6(1-\alpha)\log^{-1-}\mathrm{T}(r').$$

Lemme II. — *Soit $f(z)$ une fonction holomorphe dans le cercle (C) de centre O et de rayon $1+\varepsilon$; on suppose les inégalités suivantes vérifiées :*

a. $\log|f(z)| \leqq \mathrm{T}'$, *dans le cercle de centre O et de rayon $\frac{1}{2}$.*

b. $\log|f(z)| \geqq \mathrm{T}$ *en un point au moins de la circonférence de centre O et de rayon 1.*

Alors, il existe, dans le cercle (C), un cercle (γ) de rayon ε, contenant à son intérieur un nombre de racines de toute équation $f(z)-a=0$, au moins égal à

$$n=\varepsilon^2[\mathrm{T}\varepsilon\mathrm{O}(1)-\mathrm{T}'\mathrm{O}(1)-\mathrm{O}(1)],$$

sauf peut-être pour des valeurs de a dont les images sphériques sont incluses dans deux petits cercles de rayon e^{-n}.

Cet énoncé suppose que n dépasse une certaine constante numérique.

4. Le théorème énoncé dans cette Note s'étend aux fonctions méromorphes d'ordre infini possédant une valeur exceptionnelle (au sens large du mot).

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *Considérations dynamiques adjointes à la Géométrie ondulatoire.* Note [1] de M. **A. Buhl.**

En deux Notes précédentes [2], nous avons exposé les lignes essentielles d'une Géométrie ondulatoire qui semble avoir un grand intérêt propre. Venons maintenant aux considérations mécaniques qui peuvent s'insérer dans cette Géométrie.

Lorsqu'un système, dépendant de coordonnées x_i, est régi par l'équation de Jacobi

$$\mathrm{F}\left(x_i, \frac{\partial \mathrm{S}}{\partial x_i}\right)=h, \tag{1}$$

on peut associer à celle-ci l'équation plus complexe

$$\mathrm{F}\left(\frac{x_i}{\mathrm{S}}, \frac{\partial \mathrm{S}}{\partial x_i}\right)=h, \tag{2}$$

---

(1) Séance du 22 décembre 1930.

(2) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 545 et 693.

possédant des solutions homogènes telles que, sur les variétés d'équation $S=1$, un cône de sommet O découpe des cloisons pour lesquelles une intégrale attachée à l'une d'elles est, de même, attachée à toutes. *Il y a, dans le cône, propagation invariante de cette intégrale d'une cloison à l'autre*. Si cette intégrale comporte des points singuliers, ceux-ci semblent pouvoir être assimilés aux singularités corpusculaires accompagnant la propagation ondulatoire d'où une explication du fait d'après lequel, en Mécanique ondulatoire, il ne semble pas y avoir de distinction essentielle entre la dynamique du point et celle du système. Au mouvement d'un seul point est attachée une propagation d'ondes pouvant transporter un nombre quelconque de corpuscules; les mouvements de l'ensemble ne dépendent que de l'équation de Jacobi (1) et de son associée (2) écrites initialement avec les coordonnées d'un seul point.

Prenons, précisément pour le cas d'un point, l'équation de Jacobi

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2=2m[E-U(x, y, z)].$$

L'équation (2) associée est

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2=2m\left[E-U\left(\frac{x}{f}, \frac{y}{f}, \frac{z}{f}\right)\right].$$

Elle est identifiable avec l'équation (8), de la première Note précitée,

$$\theta\left(\frac{x}{f}, \frac{y}{f}, \frac{z}{f}\right)f^{-3}\left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}=\psi(x, y, z),$$

équation qui régit les surfaces d'ondes S sur lesquelles, du point de vue O, l'intégrale

$$\iint \theta(X, Y, Z)\,dS$$

se projette coniquement de manière invariante.

D'importants développements concernent les relations géométriques unissant les trajectoires ponctuelles initiales et certaines courbes génératrices des surfaces d'ondes associées.

Quand celles-ci sont les surfaces de Monge, de notre seconde Note, construites à partir des spirales sinusoïdes,

$$(3)\qquad r^n=R^n\cos n(\theta-C),$$

on a

$$(4)\qquad 2m[E-U(r)]=\frac{R^{2n}}{r^{2n+2}}.$$

D'autre part, un point peut décrire une trajectoire (3) sous l'influence d'une fonction de forces qui, à une constante additive près, est [1]

$$-U = \frac{mC_1^2}{2}\frac{R^{2n}}{r^{2n+2}}, \tag{5}$$

si C_1 est la constante des aires. On voit l'analogie des résultats (4) et (5) qui coïncident même complètement pour $mC_1 = 1$.

De façon générale, les projections corpusculaires coniques qui se dessinent à l'opposite d'un centre de force font penser aux chevelures cométaires qui, si le point de vue théorique précédent était admis, se trouveraient englobées dans des phénomènes ondulatoires accompagnant obligatoirement la gravitation, sans que l'on ait besoin d'invoquer quelque force répulsive spéciale émanée du Soleil.

Quant au procédé fonctionnel très simple qui permet de passer de (1) à (2), il est susceptible d'être généralisé de manière que la projection conique, donc rectiligne, soit remplacée par des projections d'une nature géométrique différente.

ASTRONOMIE. — *Sur une Carte du Ciel de la Bibliothèque nationale de Paris.* Note [2] de M. **Kao Lou**.

La Carte du Ciel, qui porte le numéro Ge A. 720 de la Section des Cartes de la Bibliothèque nationale de Paris, est une carte chinoise, comme le dit l'un des bibliothécaires; elle est aussi appelée planisphère du Père Grimaldi. Autour de cette carte et les nombreuses figures qui l'ornent, on observe des notations abondantes en langue chinoise avec traduction latine.

Une chose frappe à première vue, c'est que toutes les figures sont semblables à celles d'une carte européenne; en examinant ensuite de plus près, on trouve deux cercles concentriques portant les noms de vingt-huit constellations chinoises, sur celui de l'intérieur les divisions sont égales et ces deux cercles ne suivent pas l'inclinaison de ces vingt-huit constellations; enfin cette carte est une hémisphère australe qui doit appartenir au système français; l'auteur a choisi la colombe pour remplacer la division régionale de la saison d'été et dans le côté opposé il a ajouté une petite

---

(1) P. Appell, *Traité de Mécanique*, 1, 1909, p. 389.

(2) Séance du 22 décembre 1930.

figure pour représenter la région d'hiver, il n'y a ni celle du printemps, ni celle de l'automne. L'ancienne carte régionale chinoise n'existe plus, mais les principales figures et les divisions des livres classiques nous rappellent sa constitution et nous autorisent à la diviser en quatre parties : chaque division correspond à une saison, parce que les anciens astronomes assuraient leur service en observant le ciel pour déterminer une saison plus ou moins avancée ou retardée; si l'une des grandes figures occupe toute la région du Sud, la saison correspondante bat son plein, d'où les bases des premières observations chinoises.

La méthode des observations chinoises pour la division régionale est plus ancienne que les vingt-huit constellations; on partageait d'abord le ciel en quatre parties : l'Est représenté par le dragon, le Sud par l'oiseau, l'Ouest par le tigre, et le Nord par la tortue; chacune de ces quatre figures est distinctive de sa saison : le printemps par le dragon vert, l'été par l'oiseau rouge, l'automne par le tigre blanc et l'hiver par la tortue noire; on peut donc comprendre facilement que le ciel soit divisé en quatre parties pour faciliter les observations périodiques, d'où le nom de carte régionale. Au cours de l'année 1922, j'ai essayé de reconstituer ces quatre cartes pour mes cours d'histoire astronomique faits à l'Université de Peipeing; on trouve ces cartes dans l'histoire abrégée de l'évolution astronomique qui doit paraître prochainement.

En conclusion, cette carte si intéressante ne me paraît pas avoir été construite scientifiquement :

1° La région correspondant à chaque saison a une étendue déterminée : à l'Est 76°, au Sud 110°, à l'Ouest 98° 1/4 et au Nord 81°; en somme le tour du ciel divisé en trois cent soixante-cinq degrés et un quart est un système chinois, on ne peut donc y appliquer les principes d'une carte européenne;

2° D'après l'histoire générale ou du catalogue des étoiles de Kan-Che, chaque figure occupe une région complète, un petit astérisme ne peut donc pas la représenter.

3° On constate sur le cercle intérieur que les divisions des constellations sont toutes égales, ce qui est contraire aux chiffres donnés que je résume en les groupant en quatre régions et, dans chaque région, dans l'ordre successif suivant :

1re région.				2e région.				3e région.				4e région.			
11	54	27	39	24	2	54	19	14	14	15	56	32	17	13	43
9	27	26	25	6	42	49	35	12	6	13	45	1	37	9	10
16	50	19	23	11	0	55	31	15	21	24	6	12	35	33	3
5	35	5	54	8	36	2	41	10	57	37	9	6	1	2	34
7	20	38	38	14	43	49	55	16	41	49	1	17	5	49	9
18	42	15	34	17	4	49	5	1	32	56	49	18	33	54	44
10	1	40	37	10	59	51	15	10	15	33	54	17	17	30	26

Pour les raisons que je viens de citer, il est difficile de la considérer comme une carte chinoise. Elle ne peut pas avoir plus de deux siècles et demi, parce que parmi les notations chinoises on y trouve cité un Ouvrage assez récent qui a pour titre *Tien-Yang-Li-Ley*; cet Ouvrage a une préface datée de 1682, ce livre a été écrit par Sui Fa, et fait partie du fond courant sous le numéro 4927 de ce catalogue. Si l'on examine le côté européen des figures de cette carte, on trouve d'autres témoins plus intéressants encore. On peut supposer que cette carte a été dressée vers 1711.

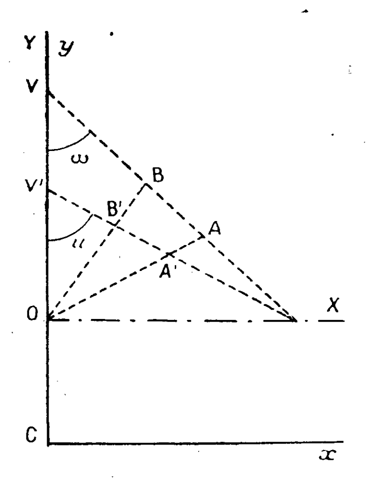
ASTRONOMIE. — *Sur les formules homographiques de verticité et leur développement direct.* Note [1] de M. **J. Ph. Lagrula**, présentée par M. Ernest Esclangon.

I. En faisant abstraction de la partie accidentelle des mouvements propres, les causes d'altération de la similitude entre les perspectives du ciel relevées à des instants ou en des lieux différents, sur des tableaux parallèles, sont : la réfraction atmosphérique, les diverses aberrations, les courants stellaires, et la parallaxe par changement de position du Soleil entraîné vers l'apex. Chacun de ces phénomènes est défini par le *déplacement* angulaire général ou partiel des étoiles *vers un pôle*, suivant une loi où n'intervient qu'une seule coordonnée sphérique : la distance à ce pôle. Cette particularité commune, que nous qualifions en employant, par extension de son sens en physique, le mot verticité, permet de synthétiser l'étude de ces changements d'aspect en un seul problème dont l'homologie par perspective centrale, notion utilisée par Turner dès 1893, fournit la solution presque immédiate sous la forme que voici :

II. Tangentiellement à la sphère de rayon 1 et de centre L (point de

(1) Séance du 22 décembre 1930.

vue) soient : P le tableau de perspective, de centre Ç, dans lequel nous traitons le problème, et P′ un tableau auxiliaire de centre V′, pôle de verticité. Appelons α, l'angle CLV′, inclinaison des tableaux; z (distance polaire) et u (angle au pôle), les coordonnées sphériques vraies d'une étoile



rapportée au pôle V′ et au grand cercle V′C; $z - \Delta(z)$ et u (inchangée) les coordonnées apparentes de l'astre déplacé conventionnellement vers le pôle quand on donne le signe positif à la fonction $\Delta(z)$, loi de verticité; V, le point conjugué de V′; enfin A, B, dans P et A′, B′, dans P′, les perpectives vraies et apparentes de l'étoile.

III. Figurons le rabattement classique de P′ sur P autour de leur intersection OX, axe d'homologie. On a évidemment :

$$\overline{CO} = \overline{OV'} = \text{tang}(\alpha : 2), \qquad \overline{CV} = \text{tang}\,\alpha, \qquad \overline{A'V'} = \text{tang}\,z,$$

et

$$(1) \qquad \overline{A'B'} = m = \text{tang}\,z - \text{tang}[z - \Delta(z)].$$

Dans le système rectangulaire xCy, auquel, vu le champ pratiquement restreint du tableau P, il convient de rapporter les objets, désignons respectivement par x, y et $x + \Delta x$, $y + \Delta y$, les coordonnées de A et B. Dans le système XOY, appelons $Y = y - \text{tang}(\alpha : 2)$ et Y′ les ordonnées des points conjugués A, A′; celles des points conjugués B, B′ sont

$$y + \Delta y - \text{tang}(\alpha : 2) \qquad \text{et} \qquad Y' + m\cos u.$$

IV. Il s'agit d'exprimer Δx, Δy en fonction des variables x, y : 1° Écrivons l'une des équations fondamentales de la conjugaison entre A′ et A, A et A′,

B et B' :

$$(2)\qquad Y' = Y:(1+Y\sin\alpha) = [y - \text{tang}(\alpha:2)]:(\cos\alpha + y\sin\alpha).$$

$$y - \text{tang}(\alpha:2) = Y = Y':(1 - Y'\sin\alpha),$$

$$y + \Delta y - \text{tang}(\alpha:2) = (Y' + m\cos u):[1 - (Y' + m\cos u)\sin\alpha].$$

Par différence et élimination de Y', on obtient :

$$(3)\qquad \Delta y = \frac{m(\cos\alpha + y\sin\alpha)^2\cos u}{1 - m(\cos\alpha + y\sin\alpha)\cos u\sin\alpha}.$$

2° Des relations évidentes :

$$\text{tang}\,u\cos\alpha = \text{tang}\,\omega = x:(\overline{\text{CV}} - y),$$

on tire

$$(4)\qquad \text{tang}\,u = x:(\sin\alpha - y\cos\alpha),$$

et d'ailleurs

$$(5)\qquad \Delta x = -\Delta y\,\text{tang}\,\omega = -\Delta y\,\text{tang}\,u\cos\alpha.$$

3° Enfin z, qui figure dans m, résulte de la relation

$$\overline{\text{A}'\text{V}'}\cos u = \overline{\text{OV}'} - Y' = \text{tang}(\alpha:2) - Y',$$

d'où, vu (2),

$$(6)\qquad \overline{\text{A}'\text{V}'} = \text{tang}\,z = \frac{\sin\alpha - y\cos\alpha}{\cos\alpha + y\sin\alpha}\,\text{séc}\,u,$$

Les formules (3), (4), (5), (6) constituent, sous forme finie, la solution du problème dès que, dans l'expression (1), on fixe la loi $\Delta(z)$.

V. Dans le développement de Δx, Δy, suivant les puissances entières des variables x, y autour de l'origine et tant que l'on ne dépasse pas le second ordre — approximation déjà rarement retenue dans le calcul de l'effet différentiel des phénomènes de verticité — il est inutile de modifier la structure de ces relations, et très laborieux d'appliquer la méthode différentielle. Le simple appel à la forme analytique et l'emploi de la méthode des coefficients indéterminés fournissent, presque à vue, ce développement et, incidemment, celui des coordonnées sphériques. Nous mettons en évidence ce mode de simplification qui semble avoir passé inaperçu, en reprenant ailleurs, sur cette base et jusqu'au second ordre, le problème de la réfraction différentielle dans le plan tangent.

IONISATION DES GAZ. — *Sur la constante diélectrique et la conductibilité des gaz ionisés.* Note de MM. **Th. V. Jonescu** et **C. Mihul**, présentée par M. A. Cotton.

M. H. Gutton (1) a montré que, pour une longueur d'onde donnée, une faible ionisation diminue la constante diélectrique du gaz et une forte ionisation l'augmente. Au moment où a lieu ce changement de signe se produit une forte absorption caractéristique des phénomènes de résonance.

Plus tard MM. Bergmann et Düving (2) ont étudié l'effet des électrons sur la constante diélectrique. Ils ont trouvé que la variation de la constante diélectrique était négative et proportionnelle au carré de la longueur d'onde comme l'indique la théorie d'Ercles.

Nous nous sommes proposé d'étudier la constante diélectrique et la conductibilité des gaz ionisés par un courant électronique.

Méthode expérimentale. — Le gaz est ionisé dans un tube de verre, que l'on vide à chaud (400°) pendant 6 heures. A un bout du tube se trouve un filament de tungstène de $0^{mm},2$ de diamètre et de 20^{mm} de longueur, en face duquel, à une distance de 4^{mm}, se trouve une grille. Du même côté, à une distance de 7^{cm}, se trouve un anneau de cuivre, puis à 17^{cm}, une plaque en aluminium.

Entre le filament et la grille on applique une différence de potentiel de 100 à 250 volts; entre le filament et l'anneau, un potentiel accélérateur qu'on peut faire varier de 400 à 2800 volts.

L'anneau et la plaque sont reliés par un milliampèremètre qui mesure le courant dans cette portion du tube.

Sur la portion du tube comprise entre l'anneau et la plaque sont collées extérieurement deux feuilles d'étain formant les armatures du condensateur de mesures. Celui-ci monté en parallèle avec un autre condensateur variable, à lame de verre mobile, étalonné, constitue la capacité du circuit résonateur, qui est couplé avec un oscillateur. Quand on ionise le gaz, la fréquence propre du résonateur est changée par suite de la variation ΔC de la capacité C due au changement de la constante diélectrique du gaz, et

---

(1) H. Gutton et I. Clément, *Onde électrique*, 5, 1927, p. 137. — H. Gutton, *Ann. de Phys.*, 13, 1930, p. 62.

(2) Bergmann und Düring, *Ann. der Phys.*, 1, 1929, p. 1041.

de la conductance $\frac{1}{\rho}$ du gaz, qui joue le rôle d'une résistance ρ en dérivation sur le condensateur. On peut rétablir la période propre du résonateur en faisant varier la capacité du condensateur étalonné d'une quantité ΔC_i.

Nos mesures sont effectuées à une pression de $0^{mg},0004$ de Hg.

La conductance $\frac{1}{\rho}$ et la variation de la capacité ΔC dues à un nombre N d'électrons par cm^3 peuvent être calculées par les formules suivantes [1] :

$$\Delta C = C\frac{Ne^2\lambda^2}{\pi mc^2}\left[1-\frac{\sin\omega T}{\omega T}\right] \quad \text{et} \quad \frac{1}{\rho}=\frac{C}{T}\,\frac{Ne^2\lambda^2}{\pi mc^2}[1-\cos\omega T],$$

où T représente le temps nécessaire à l'électron pour traverser le condensateur, λ la longueur d'onde de l'oscillateur, et c la vitesse de la lumière.

On déduit la conductance $\frac{1}{\rho}$ de l'amortissement α_0 du résonateur sans courant électronique, et de l'amortissement α_c avec le courant électronique, par la formule

$$\frac{1}{\rho} = 2c'(\alpha_c - \alpha_0) \text{ U. E. S.}$$

De même la variation de la capacité ΔC se déduit de la variation observée Δc; par la formule [2]

$$\Delta C = \Delta C_i - \frac{C'\lambda^2}{\pi c^2}(\alpha_c^2-\alpha_0^2) \text{ U. E. S.}$$

Nous avons constaté que, lorsque l'anneau et la plaque sont au même potentiel. ΔC et $\frac{1}{\rho}$ varient proportionnellement à l'intensité du courant électronique.

Les valeurs obtenues dans ces conditions pour différentes longueurs d'onde ont été alors réduites à la valeur d'un courant électronique égale à un milliampère et divisées par λ^2.

Si l'on examine comment varient avec la longueur d'onde les valeurs ainsi réduites on voit dans le cas de l'air que la variation $\frac{\Delta C}{\lambda^2}$ est négative pour des longueurs d'onde comprises entre 2 et 12^m puisqu'elle devient ensuite

---

(1) Ces formules ont été données également par Salpeter et Elios (cf. MESNY, *Les ondes électriques courtes*); M.-S. Benner (*Annalen der Physik*, 3, 1929, p. 993) est arrivé aux mêmes formules mais par une autre voie.

(2) C′ représente la capacité totale du résonateur tandis que C représente la capacité du condensateur variable.

positive. Elle est indépendante du potentiel accélérateur dans l'intervalle de 400 à 2800 volts. La longueur d'onde pour laquelle $\frac{\Delta C}{\lambda^2}$ change de signe est indépendante de l'intensité pour un courant compris entre 0 et 2 milliampères.

La conductance $\frac{1}{\rho\lambda^2}$ proportionnelle elle aussi à l'intensité d'ionisation varie avec la longueur d'onde d'une façon moins simple. Pour un potentiel accélérateur de 400 volts elle accuse deux maxima : pour $\lambda = 2^m,4$, et pour $\lambda = 6^m$ et en minimum pour $\lambda = 3^m,30$. Pour des longueurs d'ondes plus grandes elle décroît vite et tend vers zéro pour $\lambda = \infty$.

Pour 1600 volts $\frac{1}{\rho\lambda^2}$ reste constante jusqu'à 6^m puis elle tend vite vers zéro quand la longueur d'onde augmente davantage.

ÉLECTRONIQUE. — *Interprétation théorique de l'effet Davis-Barnes.* Note de M. **Jean-Louis Destouches**, présentée par M. M. de Broglie.

La théorie que nous proposons pour expliquer l'effet Davis-Barnes (1) a pour point de départ une formule de Stueckelberg et Morse (2) donnant la section efficace de recombinaison dans un état n, l, prise pour mesure de la probabilité relative, à savoir :

$$q(k;\, n,\, l) = F(k;\, n,\, l).S(k,\, l),$$

$F(k;\, n,\, l)$ est une fonction de k continue et ne s'annulant pas pour k positif, qu'il est inutile d'expliciter ici ; k est l'indice caractérisant le faisceau électronique et défini par

$$k^2 = \frac{RhZ^2}{W} \qquad (k > 0),$$

W, énergie cinétique des électrons relativement aux particules α ; R, constante de Rydberg.

Enfin

$$S(k,\, l) = \frac{k^{2l+6}}{k^2\,|k^2 - 1^2|.|k^2 - 2^2|\ldots|k^2 - (l-1)^2|}.$$

(1) Bergen Davis et A. H. Barnes, *Phys. Rev.*, 34, 1929, p. 54. — A. H. Barnes, *Phys. Rev.*, 35, 1930, p. 217-228.

(2) E. C. G. Stueckelberg et P. M. Morse, *Phys. Rev.*, 36, 1930, p. 16.

Si k augmente indéfiniment, q a une expression asymptotique proportionnelle à $\frac{1}{W}$.

D'autre part, nous admettons que les probabilités des diverses transitions s'ajoutent lorsqu'on veut obtenir la section efficace totale.

Discontinuités des fonctions q. — La fonction $q(k; n, l)$ est trop compliquée pour qu'on puisse étudier rigoureusement sa variation en fonction de k, mais elle contient en facteur la fonction $S(k, l)$ discontinue pour toutes les valeurs entières de k jusqu'à $l - 1$. Lorsque k tend vers une de ces valeurs k_i, $q(k; n, l)$ croît indéfiniment.

Pour obtenir la section efficace totale $q(k)$ nous devons ajouter tous les $q(k; n, l)$ pour toutes les valeurs possibles de n et l. On vérifie que la série est convergente pour toutes les valeurs non entières de k; si k tend vers une valeur entière quelconque, $q(k)$ croît indéfiniment et présente une infinité de discontinuités puisque chaque terme $q(k; n, l)$ est discontinu pour les $l - 1$ valeurs entières de k inférieures à l.

Interprétation physique. — $q(k)$ n'est qu'une représentation analytique approchée de la section efficace vraie de recombinaison. Mais celle-ci passe seulement par une grande valeur, par une pointe, tandis que la fonction $q(k)$ est infinie si k passe par une valeur entière. Semblable fait se rencontre fréquemment en physique.

Aux valeurs entières de k correspondent, par rapport aux particules α, des énergies cinétiques des électrons égales en valeur absolue à l'énergie des niveaux de Bohr, puisque

$$W_i = \frac{RhZ^2}{k_i^2}.$$

C'est bien le résultat indiqué par Davis et Barnes.

Quantum émis. — Dans une capture par effet Davis-Barnes, alors que jusqu'ici tous les auteurs ont pensé qu'un électron d'énergie W_i se trouve ensuite dans un niveau $n = k_i$, notre théorie vient au contraire établir que cet électron se trouve dans un niveau quelconque satisfaisant seulement à $l > k_i$. Le quantum émis a donc pour fréquence

$$\nu_{k_i; n, l} = RZ^2\left(\frac{1}{n^2} + \frac{1}{k_i^2}\right).$$

Nombre limité de pointes. — La fonction $q(k)$ présente une infinité de discontinuités. Or Davis et Barnes n'en ont observé qu'une dizaine. D'autre part, elles ont lieu pour des valeurs de plus en plus petites de W et l'on ne trouve plus, pour $q(k)$, de loi asymptotique en $\frac{1}{W}$.

Si, pour une valeur k non entière maintenue constante, n ou l augmentent, $q(k; n, l)$ diminue et, au delà d'un certain couple de valeurs n_0, l_0, nous devons considérer qu'il ne se produit plus suffisamment de captures pour qu'elles soient décelables. Il est donc équivalent, pour cette valeur de k, de se borner dans l'évaluation de $q(k)$ aux termes de la série pour lesquels n et l sont respectivement inférieurs ou égaux à n_0 et l_0. Nous devons admettre que, à mesure que n et l augmentent, la section efficace vraie de recombinaison s'affaiblit aussi pour des valeurs de k correspondant à des pointes et qu'au delà des valeurs n_0 et l_0, elles ne seront plus décelables. Il en résulte que, dans l'évaluation de $q(k)$, on devra se borner aux premiers termes de la série, de façon à ne pas avoir plus de discontinuités que de pointes observables. Leur nombre dépend des conditions expérimentales. Si nous faisons $l_0 = 11$, nous retrouvons les 10 pointes de Barnes et, pour W tendant vers zéro, la loi asymptotique est applicable et donne lieu à la pointe centrale.

Les observations de spectres de recombinaisons [1] ne se font que pour des énergies W très petites et les nombres quantiques des états finaux sont petits, de sorte que la première pointe ne se produit que pour des valeurs de W supérieures à celles utilisées. Il s'ensuit que notre interprétation de l'effet Davis-Barnes n'est pas en contradiction avec les faits expérimentaux.

Aspect des pointes. — Les pointes doivent être très aiguës, ce qui a permis à Barnes d'observer des pointes aiguës malgré l'étalement des énergies cinétiques des électrons.

Comme, pour les petites valeurs de k_i, il y a un plus grand nombre de $q(k; n, l)$ qui présentent des discontinuités que lorsque k_i est plus grand, on doit s'attendre à avoir de plus grandes pointes, mais les mesures expérimentales sont très incertaines et l'on ne peut avoir aucun renseignement sûr concernant leur intensité.

Ainsi nous pensons avoir donné une interprétation satisfaisante de l'effet Davis-Barnes considéré comme un problème de deux corps.

---

(1) F. L. Mohler et C. Boeckner, *Bur. of Stand. J. of Res.*, 2, 1929, p. 489.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Phénomènes de transformations du réseau de la nitrocellulose. Leur généralité dans les composés cellulosiques.* Note [1] de M. **J.-J. Trillat**, présentée par M. M. de Broglie.

La nitrocellulose a fait l'objet d'un grand nombre de recherches récentes, basées principalement sur les diagrammes de rayons X. Récemment, un très intéressant travail de Trogus, Hess et Katz (*Zeit. f. Phys. Chem.*, B.7, H.1, 1930) a montré que les fibres de ramie nitrées au maximum, gonflées dans certains mélanges de liquides organiques (méthanol-cyclohexanone par exemple) puis examinées aux rayons X, présentaient un changement important dans la position des interférences cristallines; à mesure que le mélange liquide s'évapore de la fibre. on retrouve petit à petit le diagramme inaltéré de la fibre primitive, ce qui fait que le phénomène est réversible. Un résultat analogue a été trouvé pour les acétates de cellulose (Hess et Trogus, *Zeit. f. Phys. Chem.*, B.5; H. 3/4, 1929 (Hess, Trogus, Ostwald et Dziengel, *ibid.*, B.7, H.1, 1930).

Il était d'un grand intérêt de voir ce qui se passe lorsqu'on ne se limite pas au seul gonflement réversible, mais que l'on va jusqu'au stade de la dispersion complète, suivie de l'évaporation des solvants sous la forme d'un film. C'est ce que nous avons fait en opérant avec du coton nitré à 12,95 pour 100 d'azote (voisin de la trinitrocellulose), en le dissolvant dans l'acétone pure, et évaporant sous forme d'un film.

J'ai utilisé dans ce but des collimateurs très fins ($0^{mm},3$ de diamètre) permettant une très bonne séparation des différentes raies d'interférence; la fibre ou le film était examiné avec les rayons K_α du Cu, sous une épaisseur de $0^{mm},4$.

On constate alors que les diagrammes du coton nitré et du film correspondant sont différents, ce qui est résumé dans le tableau suivant :

	1er anneau.	2e anneau.	3e anneau.	4e anneau.	5e anneau.
			Film 12,95 pour 100 Az.		
θ..........	4°44′30″	6°15′30″	9°32′30″	11°9′	12°35′30″
d..........	9,31 Å.	7,07	4,78	3,98	3,53
			Coton nitré à 12,95 pour 100 Az.		
θ..........	-	6°15′30″	9°11′	11°6′	12°55′
d..........	-	7,07 Å	4,83	4,0	3,44

[1] Séance du 22 décembre 1930.

Le coton nitré à 12,95 pour 100 d'azote fournit un diagramme cristallin correspondant à la trinitrocellulose. Le film correspondant montre aussi une structure cristalline dans laquelle apparaît un nouvel espacement réticulaire de 9,31 Å; de plus, les autres équidistances sont légèrement modifiées; la netteté des diagrammes obtenus permet des mesures précises.

Ainsi, le film obtenu par évaporation d'une solution acétonique d'un coton nitré à 12,95 pour 100 d'azote est cristallisé; ceci est à rapprocher de ce que l'on sait sur la structure des films de cellophane qui apparaissent comme également cristallisés, avec une structure différente de celle du coton initial (hydracellulose au lieu de cellulose). Le fait que l'on passe par un gonflement intramicellaire suivi de dispersion amène un changement de réseau correspondant à une nouvelle forme stable de la cellulose; c'est ce qui se produit aussi pour la nitrocellulose au voisinage du maximum de nitration. Ceci montre la généralité de ces phénomènes de transformations de réseaux, même lorsqu'on étudie les dérivés cellulosiques sous forme de films.

On ne peut pas dire d'une façon certaine si cette modification du réseau de la trinitrocellulose correspond à une nouvelle forme cristalline de la trinitrocellulose ou si elle provient d'une combinaison avec le solvant; des expériences récentes semblent montrer cependant que certains solvants ont une spécificité d'action caractéristique vis-à-vis de la nitrocellulose, ce qui serait à l'appui de la seconde hypothèse [voir J.-J. Trillat, *La structure du celluloïd* (*Comptes rendus*, 20 octobre 1930, p. 654)]. En effet, il est à noter que le film retient toujours énergiquement une proportion d'acétone de l'ordre de 1 pour 100. En tout cas, le nouveau diagramme paraît être un mélange de l'ancienne forme de la trinitrocellulose et d'une nouvelle forme; il est possible que par dissolutions et évaporations successives, on arrive à isoler cette dernière à l'état pur.

Si maintenant on répète la même expérience avec des cotons moins nitrés (12 à 10 pour 100 d'azote), on constate que tandis que les fibres conservent encore une apparence cristalline (de plus en plus faiblement à mesure que le taux d'azote diminue), les films correspondants sont amorphes, ou tout au moins ne donnent aux rayons X que des halos correspondant à une structure amorphe. La différence à ce point de vue entre les films à 12,95 pour 100 d'azote et 12 pour 100 d'azote est extrêmement nette.

Par conséquent, il est nécessaire pour observer le changement de structure de la nitrocellulose d'utiliser des composés nitrés avec une quantité d'azote aussi voisine que possible de celle du maximum de nitration; ceci signifie

que seule la trinitrocellulose est un composé bien défini, cristallisable sous au moins deux formes lorsqu'on passe par la phase dispersée, tandis que la présence de composés mal définis comme la « dinitrocellulose » empêche ce phénomène et donne lieu dans les films à une structure amorphe.

Des résultats obtenus par Hess et Trogus sur des triacétylcelluloses précipités de solutions, et des résultats obtenus par nous-même sur les films de trinitrocellulose, il ressort que les composés cellulosiques au maximum sont susceptibles, tout comme la cellulose native, de revêtir différentes formes cristallines, après être passés par le stade de gonflement suivi de dispersion. Ceci sera sans doute de nature à nous éclairer sur la structure de ces corps complexes, et de permettre en particulier de mettre en lumière le processus du gonflement et de la dispersion (gonflement intramicellaire) ainsi que de la nature des forces qui réunissent les chaînes cellulosiques entre elles.

MAGNÉTISME. — *Recherche des défauts et des vibrations des pièces ferro-magnétiques*. Note (¹) de M. **J. Peltier**.

Dans mes Notes précédentes (²), je relatais les résultats de mes premiers essais sur la détermination des défauts dans les pièces ferro-magnétiques admettant un axe de révolution.

Reprenant mes expériences, basées sur l'amplification des micro-courants d'induction fournis par l'appareil magnétique, j'ai réalisé un amplificateur à basse fréquence assez puissant, à quatre lampes Philips et transformateurs et comprenant les unités suivantes :

1° une bigrille A.441 N;
2° une lampe A.409;
3° une lampe A.409;
4° une lampe B.405 (puissance),

sans chercher à atteindre le courant de saturation.

D'autre part, remplaçant l'électro-aimant polarisé qui avait servi jusqu'alors par une bobine à double enroulement dont l'un, alimenté par une source de courant continu 2-4 volts, produit le champ magnétique et

(¹) Séance du 17 novembre 1930.
(²) *a*. J. Peltier, *Sur le sondage magnétique des arbres de machines* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 701). — *b*. J. Peltier, *La localisation des pailles dans les arbres de machines* (*Ibid.*, 189, 1929, p. 845).

l'autre enroulement est connecté à l'entrée de l'amplificateur à basse fréquence, j'obtiens les résultats suivants :

A. Le galvanomètre sensible, qui servait jusqu'à présent, peut être remplacé par un téléphone haut-parleur dans lequel des chocs très forts accusent le passage du défaut superficiel (une vitesse de rotation de l'arbre de 10 à 20 tours par seconde donne des résultats excellents).

B. Dans le cas d'un défaut superficiel de volume voisin de 1^{mm^3} seulement, ces chocs sont perceptibles très nettement dans tout un laboratoire, même lorsque la distance entre la surface de la pièce étudiée et le pôle voisin de l'appareil magnétique atteint 6 à 8^{mm}.

C. Un défaut intérieur se détermine également, mais d'autant mieux qu'il est plus près de la surface extérieure, c'est-à-dire qu'il modifie plus sensiblement le module de résistance.

Avec l'appareil actuel, la pénétration est seulement de quelques millimètres en profondeur; mais j'envisage la possibilité de l'accroître d'une façon sensible, en renforçant convenablement le champ magnétique.

Remplaçant aussi les pièces usinées par des tubes bruts de fonderie, je commence, malgré l'influence des défauts de surface, à pouvoir déterminer les soufflures intérieures de quelque importance. Le renforcement du champ magnétique paraît d'ailleurs nettement favorable à ce genre de recherches.

Enfin, si l'appareil magnétique est utilisé en vue de la recherche des vibrations, sa sensibilité est telle que de très faibles vibrations d'une simple corde à piano, placée à plusieurs centimètres de distance, se traduisent par des sons très puissants, mais dont l'intensité dépend de l'amplitude des oscillations (ce qui est utile pour la recherche des nœuds et des ventres des vibrations).

OPTIQUE. — *Sur un projecteur d'alignement.* Note de M. **Ch. Dévé**, présentée par M. Ch. Fabry.

Dans le plan focal d'un objectif sont disposées deux lames de verre en demi-cercle, l'une rouge, par exemple, l'autre bleue; les tranches planes de ces verres sont légèrement biseautées de façon à former entre eux une fente analogue à celles de spectroscopes. Cette fente étant vivement éclairée par une lampe et ses réflecteurs, son image est projetée au loin; la fente peut être horizontale, verticale ou oblique; je la supposerai verticale. Un

jalonneur qui regarde le projecteur, le voit rouge s'il est à droite du plan d'alignement défini par la fente et l'axe optique de l'objectif; il le voit bleu s'il est à gauche, et blanc s'il a l'œil exactement dans la nappe qui définit le plan d'alignement. Il peut donc facilement et seul jalonner sur le terrain le plan d'alignement; il n'a pas besoin d'être vu; il lui suffit d'apercevoir, de place en place, le feu entre les obstacles, arbres ou taillis.

Un tel projecteur est propre à signaler un alignement, une passe, une direction quelconque; l'alignement sur le projecteur peut être préférable à l'alignement sur deux feux ou deux amers, souvent difficiles à placer et qui peuvent être confondus avec d'autres. Si l'on considère qu'un simple projecteur d'automobile de 50 à 75 watts est visible par temps ensoleillé à environ 2^{km}, on peut estimer qu'une lampe de 100 ou de 150 watts sera suffisante pour la topographie en surface ou souterraine.

Voici une application spéciale aux mines. Supposons qu'on ait à déterminer au fond d'un puits de 200^{m} un alignement horizontal parallèle à un alignement défini à la surface par un viseur placé au-dessus du puits et pointé sur une mire. Ce viseur sera rendu solidaire d'un projecteur d'alignement projetant au fond du puits l'image d'une fente lumineuse parallèle par construction au viseur. On recueillera au fond du puits une bande brillante de 2 à 3^{cm} de largeur parallèle au viseur et aussi longue que le permettront les dimensions du puits, ayant, par exemple, 2 à 3^{m}. Il sera facile de marquer, à 1^{mm} près, le milieu de la largeur de la bande à chacune de ces extrémités. La direction cherchée sera donc définie mieux que par une boussole ordinaire et sans qu'on ait à tenir compte des influences magnétiques locales.

Pour de longs alignements verticaux, le même projecteur faisant autocollimation sur une cuve placée au fond d'un puits doit déterminer un plan vertical avec plus de précision et de facilité qu'un long fil à plomb; en plaçant simplement l'œil à côté du projecteur et à peu près dans le plan vertical de la fente, on pourra obtenir une précision de quelques secondes même sans viseur.

Deux projecteurs d'alignement, l'un rouge et blanc, l'autre blanc et vert, superposés aux feux de position d'un bateau, indiqueraient nettement la route suivie par le bateau; une embarcation qui verrait les deux feux blancs saurait par là qu'elle est en danger sur la route exacte du bateau; voyant un feu blanc et un feu rouge, elle saurait qu'un bateau vient vers elle et passera à gauche.

Un bon objectif donné étant équipé en projecteur d'alignement est sus-

ceptible de déterminer un alignement avec plus de précision que s'il était équipé en lunette. En voici les raisons : soit ε le diamètre de l'image du plus petit objet que puisse définir l'objectif dont la distance focale est F. Si l'objectif est monté en lunette, il permet à un bon observateur de faire des visées avec une précision un peu meilleure que $\frac{\varepsilon}{F}$ suivant l'habileté de l'observateur.

Supposons le même objectif monté en projecteur d'alignement et mis au point pour une distance D très grande. Si a est la largeur de la fente lumineuse (quelques centièmes de millimètre), sa projection à la distance D a pour largeur $\frac{aD}{F}$, mais ses bords sont flous et la largeur du flou résultant du pouvoir de l'objectif est $\frac{\varepsilon D}{F}$. Pour déterminer le milieu de la bande lumineuse, il faut choisir sur chaque bord flou des points homologues et prendre le milieu de la distance des points choisis; la précision dépend donc du choix de ces points et non de la largeur de la bande; en tout cas, l'erreur ne peut être qu'une fraction de la largeur du flou, c'est-à-dire une fraction de la projection de ε. Si la mise au point n'est pas parfaite pour la distance D, l'image projetée est entourée d'une pénombre estompée, lieu des points qui ne reçoivent de la lumière que d'une partie de l'objectif. La largeur de cette pénombre, qui doit s'ajouter au flou résultant du pouvoir de l'objectif, dépend de l'erreur de mise au point; si, par exemple, la mise au point est exacte pour l'infini, la pénombre estompée a pour largeur le diamètre de l'objectif, quelle que soit la distance D. Or, le choix de points homologues dans les bords flous et estompés de la bande pourrait se faire avec une grande précision par un procédé photométrique facile à disposer sur un jalon. Les points choisis seraient définis par deux œilletons placés sur les bords flous de la nappe lumineuse; il suffirait de comparer l'éclat du projecteur vu dans un œilleton à l'éclat du projecteur vu dans l'autre œilleton. L'œil étant placé à peu près au milieu de la nappe devant deux œilletons jointifs. Un dispositif de quatre prismes droits ramènerait devant chaque bord l'image d'un œilleton et de l'œil, on pourrait égaliser ces éclats par déplacement d'un seul prisme. Si l'éclairement était suffisant, on aurait encore plus de précision en comparant les éclairements de deux petites plages choisies dans les bords flous. Le milieu de la bande projetée pourrait donc être déterminé avec une précision égale à une petite fraction de la largeur de la pénombre.

Bien que les verres limitant la fente soient colorés, les biseaux de ces

verres produisent une ombre mince entre chaque champ coloré et la bande blanche; cette disposition, en écartant les difficultés de la photométrie hétérochrome, doit faciliter les mesures.

On peut évidemment, en diaphragmant progressivement la fente, la réduire à un point pour constituer un projecteur d'alignement linéaire.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur un diaphragme colloïdal pseudo-liquide armé, destiné à la décomposition électrolytique de l'eau.* Note (1) de M. **George F. Jaubert**, présentée par M. Matignon.

Dans la préparation de l'hydrogène et de l'oxygène par électrolyse de l'eau, l'écueil a toujours été la séparation des gaz formés. On a préconisé dans ce but un certain nombre de cloisons poreuses dites diaphragmes, dont le plus communément employé a été la toile d'amiante, jusqu'à il y a quelques années, et que l'on tend à remplacer aujourd'hui par une cloison, perforée d'une multitude de trous microscopiques, en nickel ou en argent purs.

Ces diaphragmes métalliques sont difficiles à obtenir en grandes surfaces et en outre fort coûteux; or les recherches que nous poursuivons depuis plusieurs années sur l'électrochimie des substances colloïdales nous ont permis de réaliser un diaphragme particulièrement efficace et bon marché.

On sait que les substances pseudo-liquides à l'état de suspension colloïdale, qui ne sont autre chose que des substances polymérisées dont l'augmentation de la longueur des chaînes moléculaires se produit par élimination d'eau, soumises à l'action du champ électrique, s'y comportent comme de véritables électrolytes, du fait des ions H et OH que ces chaînes comportent à leurs extrémités.

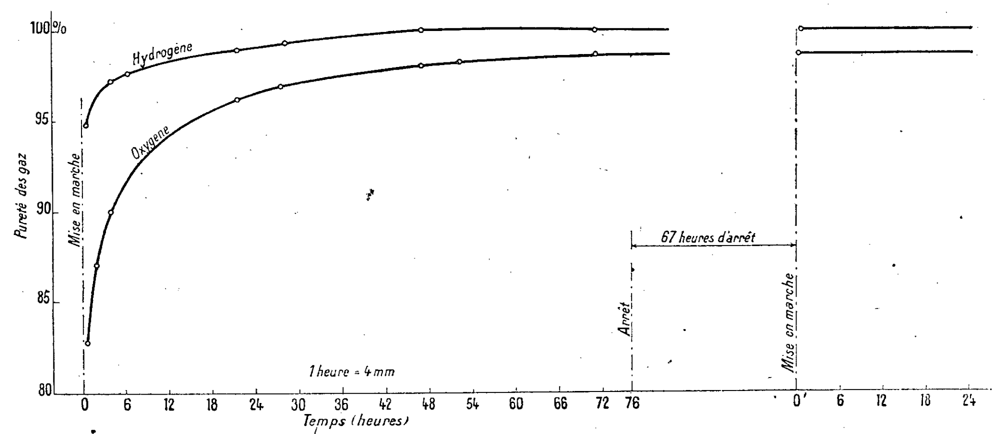
La molécule polymérisée est dissociée lorsqu'on la met *en suspension* tout comme un électrolyte est dissocié lorsqu'on le met *en solution*, et l'ion libre de l'extrémité de la chaîne lui donne une polarité définie et lui permet de jouer au ralenti dans le champ électrique tous les rôles sans exception, des électrolytes ordinaires, c'est-à-dire cheminement dans le sens de l'électrode de signe contraire, précipitation par décharge sur l'électrode, nombre de transport fixe pour chaque colloïde, respect de la loi de Faraday, etc.

C'est en répétant ces expériences sur des suspensions colloïdales, en

(1) Séance du 22 décembre 1930.

solution alcaline, telles que des silicates de magnésie artificiels, les oxydes des métaux terreux et alcalino-terreux, les hydrates de fer, etc., que nous avons réalisé le diaphragme colloïdal dont il va être parlé.

Si dans une solution de potasse caustique à 25 pour 100, tenant en suspension colloïdale un hydrogel, par exemple de silicate de magnésie et de chaux (asbeste colloïdale), d'hydrate ferrique, d'hydrate de chaux, etc., pour ne citer que ces quelques colloïdes, on plonge deux électrodes, une anode en nickel et une cathode en fer, on constate le phénomène suivant : les gaz hydrogène et oxygène se dégagent régulièrement sur les électrodes, mais au bout de quelques heures, ou de quelques jours suivant la finesse des granules composant le colloïde, la suspension colloïdale s'éclaircit et l'anode en nickel se recouvre d'une couche uniforme de plusieurs millimètres d'épaisseur constituée par la matière colloïdale qui s'y est fixée.



Pureté de l'oxygène et de l'hydrogène lors de la formation d'un diaphragme colloïdal.

Fig. 1. — Courbes montrant l'augmentation de la pureté des gaz au fur et à mesure de la formation du diaphragme : ce n'est qu'au bout de 50 heures que l'hydrogène passe de la pureté 95 pour 100 à celle de 100 pour 100. Quant à l'oxygène il passe de 83 pour 100 à 98,75 pour 100 au bout de 72 heures seulement. Ensuite, même après 67 heures d'arrêt les deux gaz se dégagent de nouveau avec le même degré de pureté.

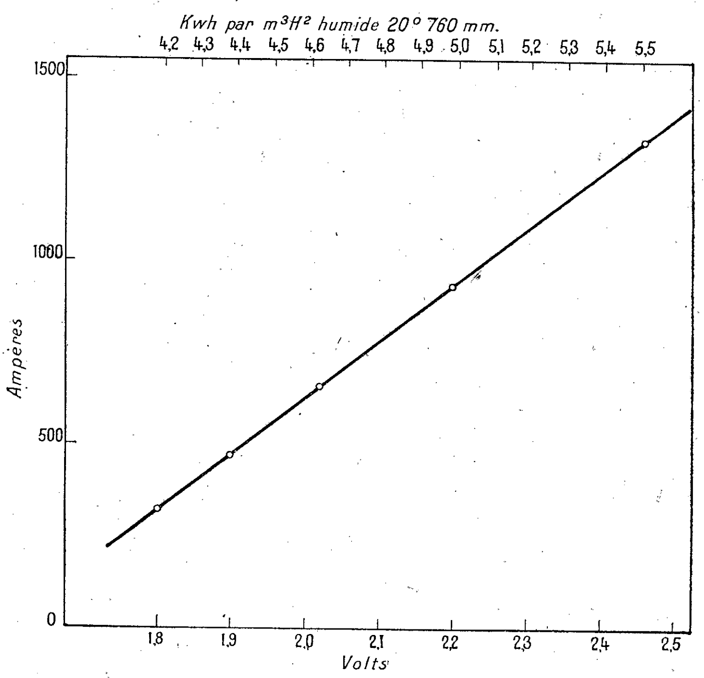
Si l'on refait la même expérience en mettant entre les deux électrodes un support, par exemple métallique, telle qu'une toile faite de fils de fer fins, le colloïde se dirigeant vers l'anode est capté par le réseau métallique, et c'est la toile métallique qui se recouvre d'une couche uniforme *pseudo-liquide* formée par le colloïde employé.

Cette couche pseudo-liquide est relativement solide et possède la particularité de n'offrir aucune résistance au passage du courant et de l'électro-

lyte, tandis qu'elle est *rigoureusement imperméable* aux gaz sous leur forme moléculaire.

Ce diaphragme colloïdal armé permet donc une séparation parfaite des gaz hydrogène et oxygène qui prennent naissance.

On peut juger de son efficacité et du temps nécessaire à sa *formation*, en suivant par l'analyse l'amélioration de la qualité des gaz obtenus, et le graphique ci-dessous en rend parfaitement compte.



Electrolyte : KOH d : 1,22 (24 °/₀), température : 60°.

Fig. 2. — Courbe montrant la faible résistance que présente un diaphragme colloïdal armé sur une électrode de 1^{m^2}. (Intensité de 1000 ampères pour une chute de potentiel de 2,25 volts, soit 10 ampères par décimètre carré.)

Essayé sur des surfaces de plusieurs mètres carrés, dans des électrolyseurs prenant jusqu'à 5000 ampères par cellule, le diaphragme colloïdal armé a permis de constater que l'hydrogène sort toujours de l'appareil avec une pureté de 100 pour 100. Quant à l'oxygène il ne quitte l'appareil qu'avec une pureté de 99,5 environ, c'est-à-dire qu'il contient encore environ 0,5 pour 100 d'hydrogène libre, impureté sur l'origine de laquelle nous aurons l'honneur d'entretenir l'Académie dans une Note ultérieure.

RADIOACTIVITÉ. — *Atomes de recul en milieu gazeux.*
Note (¹) de M. **La. Goldstein**, présentée par M. Jean Perrin.

Il a été montré dans une Note précédente (²) que le rendement d'activation d'une électrode négativement chargée, plongée dans une atmosphère de radon et d'air, varie avec la pression de ce mélange gazeux, suivant la courbe ci-dessous reproduite.

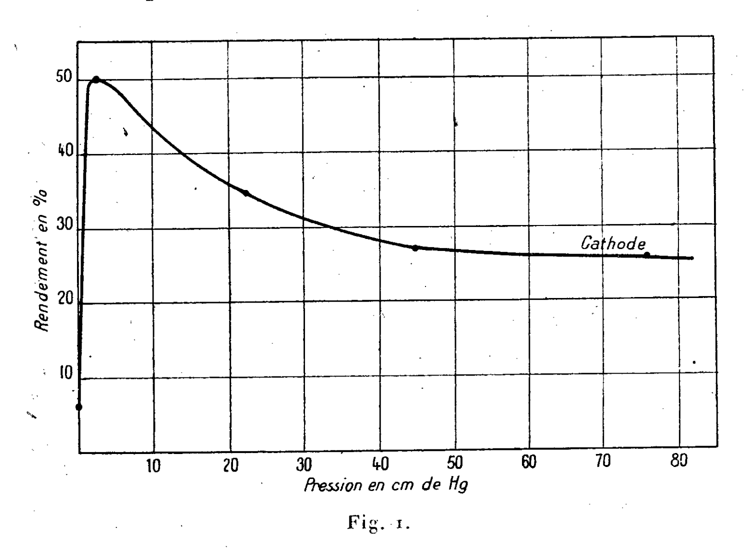


Fig. 1.

Les points remarquables que cette courbe met en évidence sont les suivants :

1° Existence d'un rendement très faible, aux basses presssions ;

2° Présence d'un maximum ;

3° Décroissance du rendement lorsque la pression augmente la tension d'activation restant constante.

La petitesse du rendement sous très basse pression s'explique aisément si l'on remarque que les atomes de recul (de RaA et de RaB) sont animés au moment de leur formation d'une grande vitesse, et que l'action du champ sur leur trajectoire est insuffisante pour les amener sur l'électrode négative, lorsqu'ils ne sont pas ralentis par la présence du gaz.

L'augmentation rapide du rendement, qu'indique la branche montante

(¹) Séance du 12 décembre 1930.

(²) Laporte et La. Goldstein, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 689.

de la courbe, s'explique facilement si l'on remarque que le parcours des atomes de recul (RaA et RaB) est déjà très réduit sous de faibles pressions de gaz [8^{mm} environ pour une pression de 1^{cm} de mercure (dans l'air)].

Lorsque la pression continue à augmenter le rendement diminue, la densité ionique du gaz augmente, par suite d'une meilleure utilisation du parcours des rayons α, et il avait été supposé que cette diminution du rendement était due à des recombinaisons des atomes de recul positivement chargés avec les ions négatifs du gaz.

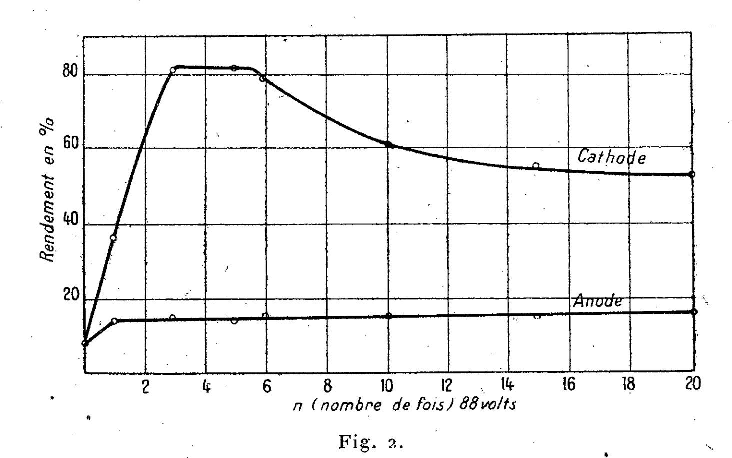


Fig. 2.

Les expériences suivantes confirment cette hypothèse [1] :

1° On a déterminé le rendement sous différentes pressions en utilisant pour chaque pression une tension suffisante pour obtenir le courant de saturation, c'est-à-dire pour éviter les recombinaisons.

On observe dans ces conditions que le rendement sur la cathode est indépendant de la pression (égal à 83 pour 100). Il en est de même du rendement sur l'anode (15 pour 100).

2° Pour une pression donnée, si, ayant dépassé la tension nécessaire pour obtenir le courant de saturation, on atteint la tension qui correspond au début de l'ionisation par choc du gaz, le rendement sur la cathode diminue. La courbe suivante indique les variations de rendement à pression constante en fonction de la tension entre électrodes.

Le courant de saturation pour cette pression ($p = 212^{mm}$ de Hg et pour $1^{m^3},60$ de Rn) était obtenu pour une tension 3×88 volts $= 264$ volts.

---

(1) L'appareil utilisé est un condensateur à plateaux de 30^{mm} de diamètre, distants de 40^{mm}. Le volume du condensateur est 50^{cm^3}.

On voit que ce point correspond au maximum de rendement. Le rendement se maintient sensiblement constant jusque sous une tension de 6×88 volts, tension qui correspond justement au début de l'ionisation par choc.

3° Par augmentation de la densité ionique à pression et tension constante, on observe une diminution du rendement; par exemple en doublant la densité ionique, le rendement sur la cathode diminue de 8 pour 100.

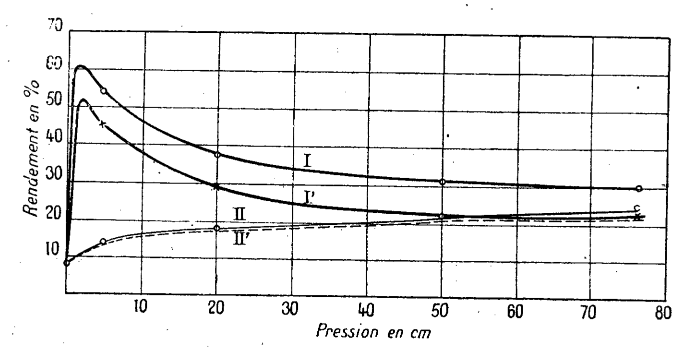


Fig. 3. — Cathode : I, rendement normal; I', rendement dans les conditions d'irradiation. Anode : II, rendement normal; II', rendement dans les conditions d'irradiation.

Rendement d'activation d'une électrode positivement chargée. — On voit également sur les courbes (*fig.* 3) :

1° Que le rendement d'activation de la cathode diminue lorsque la pression augmente (après avoir passé par une valeur maximum) et que le rendement d'activation de l'anode, dans les mêmes conditions expérimentales, augmente constamment avec la pression;

2° Qu'une forte augmentation de densité ionique n'apporte pas de diminution sensible du rendement sur l'anode (1).

Des expériences destinées à expliquer les variations du rendement sur l'anode sont en cours.

---

(1) L'augmentation de densité ionique est produite par l'ionisation sensiblement uniforme (en volume) due à un faisceau de rayons X sortant d'un tube Coolidge (régime de fonctionnement 3 millions $\times$ 30 kilovolts).

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le rôle de l'eau dans les sels : combinaisons* aquo *des ruthénium-IV-ammines.* Note ([1]) de M. **R. Charonnat**, présentée par M. A. Béhal.

A. Dans les exemples choisis par Werner pour appuyer sa théorie de l'hydrolyse des sels figure celui des ruthénium-IV-nitrosohydroxotétrammines. Werner ([2]), reprenant les travaux de Joly ([3]), a montré que les sels hydroxo (I) sous l'influence d'un acide se transformaient en sels *aquo* (II), puis, par une longue ébullition avec l'acide, en sels *acido* (III) :

$$\underset{(I)}{X^2[Ru(NO)(OH)(NH^3)^4]} \rightarrow \underset{(II)}{X^3[RuNO(OH^2)(NH^3)^4]} \rightarrow \underset{(III)}{X^2[Ru(NO).(NH^3)^4]}.$$

Cette transformation est analogue à celle qui conduit du chlorure de cobaltihydroxopentammine (I′) au chlorure de cobaltiaquopentammine (II′) et au chlorure purpuréocobaltique (III′) :

$$\underset{(I')}{Cl^2[Co(OH)(NH^3)^5]} \rightarrow \underset{(II')}{Cl^3[Co(OH^2)(NH^3)^5]} \rightarrow \underset{(III')}{Cl^2[CoCl(NH^3)^5]}.$$

Dans ces sels hydratés la molécule d'eau est considérée comme de l'eau de constitution, car il y a des différences importantes entre les sels II et III de chaque série.

Werner et Smirnoff ([4]), ayant remplacé dans cette série de complexes du ruthénium les quatre molécules d'ammoniaque par deux molécules d'éthylènediamine (en), ont signalé, sans l'étudier, une transformation analogue sous l'influence des acides et de la chaleur :

$$\underset{(I'')}{X^2[Ru(NO)(OH)CH^2]} \rightarrow \underset{(II'')}{X^3[Ru(NO)(OH^2)CH^2)} \rightarrow \underset{(III'')}{X^2[Ru(NO).CH^2]}.$$

J'ai réussi à préparer l'iodure de ruthénium-IV-nitrosohydroxodiéthylènediamine (I″) par action directe de l'éthylènediamine sur le ruthénium-IV-nitrosopentaiodure de potassium. Ses lamelles jaune clair, dissoutes dans l'acide chlorhydrique concentré, font place à des aiguilles monocliniques orangées. Le produit séché à l'air correspond à la composition

---

([1]) Séance du 22 décembre 1930.

([2]) A. Werner, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, 40, 1907, p. 2614.

([3]) A. Joly, *Comptes rendus*, 108, 1889, p. 1300; *Encyclop. Chim.*, 3, 17e cahier, 1er fasc., 1900, p. 208.

([4]) A. Werner et A. P. Smirnoff, *Helv. chem. Acta*, 3, 1920, p. 737.

$Ru(NO)en^2ClI^2, OH^2$; il perd sa molécule d'eau en 24 heures dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, rapidement à 130°. Le sel considéré comme *aquo* par Werner et Smirnoff paraît ainsi avoir la constitution $I^2[Ru(NO)Clen^2], H^2O$, mais comme la déshydratation est accompagnée d'un changement de la couleur vers le jaune clair, l'eau est réellement de l'eau de constitution. La formule $ClI^2[RuNO(OH^2)en^2]$ ne convient pas davantage à cette combinaison, car le chlore y est dissimulé; la solution, par un excès de nitrate d'argent, laisse précipiter de l'iodure d'argent exempt de chlore, correspondant à deux atomes d'iode; il faut faire bouillir avec de l'ammoniaque et chasser celle-ci pour voir apparaître un précipité de chlorure d'argent exempt d'iode, correspondant à un atome de chlore. Le chlorure ci-dessus doit donc être formulé $I^2[Ru(NO)(OH^2)Clen^2]$.

Il faut remarquer que Joly considérait le sel II chloré de la série tétramminée « comme un chlorhydrate d'oxydichlorure et non comme un hydrate de trichlorure » parce que le sel perdait à l'étuve de l'eau et de l'acide chlorhydrique.

B. J'ai fait une observation analogue dans la série des dérivés pyridinés du ruthénium. L'action de la pyridine (py) sur le ruthénium-IV-nitrosochlorodioxalate de potassium fournit à côté d'un dérivé monopyridiné soluble, une quantité notable de cristaux rouge foncé à peu près insolubles, de composition $[Ru(NO)py^2Cl(C^2O^4)]$. Traités à chaud par 50 fois leur poids d'acide chlorhydrique concentré, ils passent en solution et par refroidissement apparaissent de belles aiguilles rouges de composition

$$Ru(NO)py^2Cl^3 3H^2O.$$

En 36 heures à la température ordinaire dans le vide ou en 2 heures à 120° ces aiguilles perdent deux molécules d'eau qui sont reprises rapidement à l'air humide; la troisième molécule d'eau n'est éliminée qu'à une température où par un peu d'acide chlorhydrique. Au contact de l'eau les aiguilles rouges prennent immédiatement une couleur saumon correspondant à une hydrolyse réversible

$$Ru(NO)py^2Cl^3(OH^2) \rightleftharpoons Ru(NO)py^2Cl^2OH + ClH.$$

La molécule d'eau du complexe monohydrate étant manifestement de l'eau de constitution on serait tenté d'admettre la formule

$$Cl[Ru(NO)(OH^2)Cl^2py^2],$$

mais celle-ci ne s'accorde pas avec le fait que le produit séché à 120°, mis

en solution dans l'alcool absolu ne précipite sensiblement pas par addition de nitrate d'argent; un précipité et une réaction acide apparaissent dès qu'on ajoute un peu d'eau; d'autre part un sel cation devrait donner un chloroplatinate peu soluble, ce qui n'a pas été observé. Le chlore et l'eau sont donc en même temps dissimulés et la formule doit être

$$[Ru(NO)(OH^2)Cl^2py^3].$$

Dans ces deux exemples et dans celui du chlorhydrate de Joly, il n'y a pas à faire appel au nombre de coordination 7 que rien ne justifie, mais la coordinence 6 impose une seule place de coordination pour OH^2 et Cl; il faut admettre que dans ces sels *aquo* ammoniés, éthylène-diaminés ou pyridinés, la molécule d'acide chlorhydrique est liée par une valence secondaire à l'oxygène de l'oxhydrile ClH...O — A, l'oxygène ayant une tricoordinence qui apparaît d'ailleurs dans de nombreux composés d'addition. Les complexes *aquo* cités sont réellement des chlorhydrates d'hydroxydes

$$Cl^2[RuNO(NH^3)^4(ClHOH)], \quad Cl^2[Ru(NO)\,en\,^2(ClHOH)],$$
$$[Ru(NO)py^2(ClHOH)Cl^2],$$

on s'explique ainsi que la molécule puisse perdre soit H^2O, soit ClH.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'acide diméthylallylbenzylacétique et l'isopropylbenzylvalerolactone.* Note de MM. **G. Darzens** et **A. Lévy**, présentée par M. Béhal.

L'un de nous a montré que l'acide benzylallylacétique était susceptible de se transformer, par cyclisation, en acide tétrahydrométhylnaphtalène carbonique qui permettait ensuite d'accéder à l'α-méthylnaphtaline par déshydrogénation et décarboxylation, réaction qui a ensuite été généralisée à des homologues méthylés du radical benzylé, soit dans le noyau phényl, soit dans la chaîne latérale ([1]).

Il nous a paru important de rechercher si cette réaction de synthèse du noyau naphtalénique était également réalisable avec des acides homologues méthylés dans le radical allylé et la présente Note résume nos recherches sur l'acide diméthylallylbenzylacétique où le groupe allyl est diméthylé en position γ et dont la cyclisation devrait amener à l'α-isopropylnaphtaline,

([1]) *Comptes rendus*, 183, 1926, p, 748.

conformément au schéma

$$C_6H_5\text{—}CH^2\text{—}C(CO^2H)(CH^2\text{—}CH{=}C(CH^3)\text{—}CH^3) \rightarrow \text{(tétrahydronaphtalène)}\ CH^2,\ CH\text{—}CO^2H,\ CH^2,\ CH(CH^3\text{—}CH\text{—}CH^3)$$

$$\rightarrow \text{(naphtalène)}\ CO^2H,\ CH^3\text{—}CH\text{—}CH^3 \rightarrow \text{(naphtalène)}\ CH^3\text{—}CH\text{—}CH^3$$

Dans ce travail nous avons pris, comme point de départ, l'alcool $\gamma\gamma$-diméthylallylique déjà connu et assez facilement accessible par la méthode de préparation de Courtot ([1]). Nous en avons préparé l'éther bromhydrique, non encore décrit, par l'action de HBr sec sur l'alcool à 130-140°, ce qui nous a donné, avec un rendement de 95 pour 100, le bromure de formule

$$(CH^3)^2{=}C{=}CH\text{—}CH^2Br.$$

C'est un liquide incolore mobile, d'odeur faible, sans action irritante sur les muqueuses, distillant à 120° sous la pression normale.

Ce bromure nous a ensuite servi à préparer l'ester diméthylallylbenzylmalonique par sa réaction sur le dérivé sodé de l'ester benzylmalonique, selon la technique déjà indiquée dans une précédente Note. Cet ester obtenu ainsi, avec un rendement de 62 pour 100 de la théorie, est un liquide incolore visqueux, et d'odeur balsamique très faible, distillant à 184-187°, sous 9^{mm}.

Par saponification à l'aide de potasse alcoolique on obtient facilement l'acide malonique correspondant qui se décompose dans le vide entre 160-170° en perdant CO^2 et en donnant un mélange de 80 pour 100 environ d'acide diméthylallylbenzylacétique et 20 pour 100 de la lactone de formule

$$C_6H_5\text{—}CH^2\text{—}\underset{|}{CH}\text{—}CH^2\text{—}\underset{|}{C}\text{—}CH\Big\langle{}^{CH^3}_{CH^3}$$
$$\quad CO\text{————}O$$

Ces deux corps se séparent facilement par un traitement au carbonate de

([1]) *Bull. Soc. chim. de France*, 3e série, 35, 1924, p. 661.

soude qui dissout l'acide et laisse la lactone inaltérée qui est extraite à l'éther alors que l'acide est régénéré de sa solution alcaline par un acide minéral.

L'acide diméthylallylbenzylacétique distille à 157-160° sous 7^{mm} et cristallise facilement pour fondre à 49°,5, la lactone fond à 25° et distille à 148-150° sous 6^{mm}; elle a une odeur balsamique très faible.

Tous les essais entrepris pour cycliser soit l'acide, soit le lactone, en dérivé hydronaphtalénique ont échoué. C'est ainsi que l'acide agité d'abord à froid, puis à 100°, pendant 15 jours avec de l'acide sulfurique à 52° B., est resté inaltéré, il en a été de même de la lactone.

On doit donc conclure que les deux groupes méthyles en position γ dans le groupe allyl empêchent toute cyclisation, fait tout à fait comparable à celui de la diméthylvinylphénylcétone qui ne se cyclose pas en diméthylhydrindone et, sans doute, pour les mêmes raisons de polarisation induite.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcool sesquiterpénique monocyclique, le fokienol.* Note [1] de M. **L.-S. Glichitch**, présentée par M. Paul Sabatier.

On connaît un assez grand nombre d'alcools sesquiterpéniques $C^{15}H^{26}O$, isolés des huiles essentielles, dont le squelette carboné comporte deux noyaux et qui se rattachent aux carbures hydronaphtaléniques substitués. Un petit nombre d'alcools de même composition possède la structure tricyclique, dont la nature exacte n'est pas encore bien connue, deux seulement sont à chaîne ouverte, et l'on est resté longtemps sans rencontrer de représentants du groupe monocyclique, prévu par la théorie et pouvant s'apparenter aux carbures hydrobenzéniques substitués.

Le premier alcool de ce type, l'élémol, fut découvert en 1916 par F.-W. Semmler et Futung Liao [2] dans l'essence d'Élémi de Manille et j'en ai signalé l'existence en 1926 également dans l'essence de Citronelle de Java [3]. Un second alcool $C^{15}H^{26}O$ monocyclique a été isolé en 1928 par So Uchida [4] de l'essence de Hiba (*Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc.).

---

(1) Séance du 22 décembre 1930.

(2) *Ber. Deutsch. Chem. Ges.*. 49, 1916, p. 794; 50, 1917, p. 1286.

(3) *Les Parfums de France*, 4e année, 1926, p. 256.

(4) *Journ. Soc. Ch. Ind. of Japan*, 31, 1928, suppl. 121-B (d'après *Seifensied. Ztg*, 55, 1928, p. 316).

J'ai rencontré un nouveau représentant de ce groupe dans l'essence obtenue par distillation des souches d'un conifère du Tonkin, le *Fokienia Hodginsii* A. Henry et Thomas (= *F. Kawaii* B. Hayata, = *Cupressus Hodginsii* Dunn.), appelé par les indigènes *Pe-Mou*.

Cette essence, de couleur jaune clair, assez épaisse, possède une douce odeur balsamique et présente les caractères moyens suivants :

$$d_{15} = 0,909 - 0,938 ; \alpha_D = + 10°45' \text{ à } + 15°6' ; n_D 20 = 1,495 - 1,505 ;$$

Indice d'acide, 0,28–1,96 ; indice d'éther, 1,4-9,1 ; soluble dans 2-5 volumes d'alcool à 95°, et plus.

L'essence est très riche en constituants de nature alcoolique. Ceux-ci se déshydratent en majeure partie sous l'action de l'anhydride acétique à chaud, mais peuvent être dosés exactement par la méthode de formylation à froid que j'ai décrite (1) et représentent 83,5-90,3 pour 100 de l'essence, exprimés en $C^{15}H^{26}O$.

L'essence distille pour 85-90 pour 100 entre 100-150° sous 4^{mm} et renferme principalement un alcool $C^{15}H^{26}O$ qui se montre tertiaire, de structure monocyclique, facilement déshydratable, ayant une forte tendance à l'isomérisation, et que je propose de nommer fokienol.

Cet alcool se trouve accompagné dans l'essence par de petites quantités de sesquiterpènes, d'une cétone et d'un autre alcool isomère, bicyclique, paraissant résulter de la cyclisation du fokienol sous l'influence de la chaleur.

La séparation du fokienol à l'état pur est assez difficile, en raison de sa cyclisation constante pendant la distillation fractionnée et parce que son acétate, aussi bien que son benzoate, difficiles à former, se décomposent fortement à la distillation, même sous pression très réduite.

Son formiate se montre plus stable et j'ai réussi à l'isoler à l'état pur sous forme d'huile incolore à très faible odeur balsamique, dont les constantes sont :

$$Eb_2 = 126\text{-}170° \text{ (corr.)}; \quad d_{21,5} = 0,9785 ; \quad [\alpha]_D = + 16°32' ; \quad n_{D^{21,5}} = 1,4970.$$

Un gramme absorbe pour sa saponification 8^{cm^3} de solution de potasse N/2 (théorie pour $C^{16}H^{26}O^2 = 8^{cm^3}$). Réfraction moléculaire trouvée : 74,60 ; calculée pour $C^{16}H^{26}O^2$ avec deux doubles liaisons : 74,50.

L'analyse élémentaire conduit à des chiffres concordant avec cette formule.

Le fokienol obtenu par saponification de ce formiate est une huile sensiblement incolore, assez épaisse, de faible odeur balsamique, ayant les

---

(1) *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 268-270.

caractères suivants :

$Eb_2 = 125\text{-}126°$ (corr.); $d_{23} = 0,9236$; $[\alpha]_D = +18°35'$; $n_{D_{23,5}} = 1,4975$.

Réfraction moléculaire trouvée : 70,18; calculée pour $C^{15}H^{26}O$ avec deux doubles liaisons : 69,86. L'analyse élémentaire confirme cette formule.

D'après les mesures ci-dessus, il résulte que le fokienol, de même que son formiate, possède deux liaisons éthyléniques dans sa molécule et appartient à la série d'alcools sesquiterpéniques monocycliques.

Il est probable qu'il subit une racémisation partielle pendant sa transformation en formiate, car en l'isolant par simple fractionnement de l'essence, il est possible d'obtenir des échantillons plus actifs ($\alpha_D = +21°$ à $+30°$), les autres caractères restant les mêmes.

Le fokienol ne cristallise pas, même après réfrigération prolongée, et ne forme pas de phényluréthane ni d'allophanate solides. Il s'éthérifie avec difficulté, ne réagit pas avec l'anhydride phtalique directement même à 140-150° et se déshydrate aisément en milieu acide, ce qui le désigne comme alcool tertiaire.

Sa déshydratation par l'acide formique ou les agents acides usuels ne conduit pas au sesquiterpène monocyclique correspondant, celui-ci se cyclisant aussitôt et presque totalement en un sesquiterpène isomère, bicyclique, l'isofokienène, dont les caractères varient légèrement suivant la durée de chauffage, le réactif acide employé et la faible proportion de sesquiterpène monocyclique inséparable qu'il renferme :

$Eb_3 = 95\text{-}99°$; $d_{20} = 0,9075$; $\alpha_{D_{21}} = +5°56'$; $n_{D_{21}} = 1,5041$,
$Eb_3 = 96\text{-}99°$; $d_{23,5} = 0,9076$; $\alpha_{D_{22}} = +14°36'$; $n_{D_{22}} = 1,5055$.

Réfraction moléculaire trouvée : 66,62 et 66,64; calculée pour $C^{15}H^{24}$ avec deux doubles liaisons : 66,1.

L'isofokienène ne m'a pas donné de dérivés d'addition cristallisés.

En déshydratant le fokienol par de l'acide métaphosphorique (¹) j'ai obtenu avec un rendement de 15 à 20 pour 100, le sesquiterpène monocyclique correspondant, le fokienène, dont les constantes sont :

$Eb_7 = 112\text{-}114°$, $d_{15} = 0,8802$; $\alpha_{D_{16}} = +16°56'$; $n_{D_{15}} = 1,49594$.

L'analyse élémentaire concorde avec la formule $C^{15}H^{24}$; réfraction moléculaire trouvée : 67,76; calculée pour $C^{15}H^{24}$ avec trois doubles liaisons 67,8.

(¹) Grignard et Escourrou, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 33, 1923, p. 1237.

La structure monocyclique du fokienol ainsi confirmée, je me propose d'en compléter l'étude dans le but d'établir la nature et la position des chaînes fixées sur le noyau et l'emplacement des doubles liaisons.

Par déshydrogénation au moyen du soufre, suivant la technique de L. Ruzicka et J. Meyer [1], le fokienol comme le fokienène et l'isofokienène conduisent à la diméthyl-1.6-isopropyl-4-naphtaline (cadaline), caractérisée par son styphnate fondant à 130°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des hexahalogénobenzènes sur les organomagnésiens mixtes.* Note [2] de MM. **J.-F. Durand** et **Laï-Waï Hsun**, présentée par M. V. Grignard.

Ce travail a été entrepris en vue de comparer les réactivités des dérivés hexachloré, hexabromé et hexaiodé du benzène, et d'obtenir la substitution complète des 6 atomes d'halogène, suivant le schéma :

$$C^6X^6 + 6R.MgX' \rightarrow C^6R^6 + 6XX'Mg.$$

Les réactions ont toutes été effectuées dans l'éther absolu, sous la pression atmosphérique, au réfrigérant ascendant, et en agitant le liquide mécaniquement.

I. Hexachlorobenzène, C^6Cl^6. — Ce corps ne réagit, même à l'ébullition prolongée, ni sur CH^3MgI, ni sur C^6H^5MgBr.

II. Hexabromobenzène, C^6Br^6 :

a. A la solution éthérée bouillante d'un grand excès de $CH^3.MgI$, on ajoute par portions, en 2 heures, 30g de C^6Br^6. Après 10 heures d'ébullition, le liquide noirâtre est versé sur de la glace et traité par ClH; la couche éthérée est séchée sur SO^4Na^2, filtrée et évaporée à sec. Le résidu est purifié successivement : par la ligroïne (qui élimine des goudrons); par distillation (220°-280°); par cristallisation dans le benzène, puis dans l'alcool bouillant, en présence de noir animal.

La substance obtenue a un point de fusion de 157°-158°, que des cristallisations répétées n'ont pas élevé. Elle ne contient pas d'halogène : c'est un hydrocarbure.

---

(1) *Helv. Chim. Acta*, 4, 1921, p. 505.

(2) Séance du 22 décembre 1930.

Cryoscopie.

	M trouvé.	M théor. pour $C^6(CH^3)^6$.
Dans le benzène (K = 50)	163	162
Dans le camphre (K = 500) [1]	160,6	

Analyse élémentaire.

	Trouvé.	Théorie.
C pour 100	88,04	88,88
H pour 100	11,71	11,11

Le corps obtenu est donc bien l'*hexaméthylbenzène* malgré son point de fusion inférieur de 6°,5 à celui (164°) indiqué par Friedel et Crafts [2].

L'identité de notre carbure est encore établie, comme on le verra plus loin, par ce fait que nous l'avons aussi obtenu à partir de l'hexaiodobenzène.

b. Nous avons fait réagir, d'une manière analogue, C^6Br^6 sur le magnésien du bromobenzène. Après traitement par l'eau, la couche éthérée est évaporée pour en chasser l'éther. La solution rougeâtre abandonne par refroidissement de petits cristaux blancs, qu'on essore, lave à froid avec un peu d'éther, et fait recristalliser dans le benzène bouillant, en présence de noir animal.

La substance obtenue fond à 266°, et distille à 418°-420° (sous 760^{mm}) sans décomposition notable. Elle est peu soluble, surtout à froid, dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique; assez soluble, à chaud, dans le benzène et le toluène. Elle ne contient pas d'halogène : c'est un hydrocarbure.

Cryoscopie dans le phénanthrène (K = 120).

M trouvé	539
M théor. pour $C^6(C^6H^5)^6$	534,3

(1) JOUNIAUX, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **11**, 1912, p. 722.

(2) FRIEDEL et CRAFTS, *Comptes rendus*, **91**, 1880, p. 259; *Ann. Chim. et Phys.*, 6e série, **1**, 1884, p. 454.

La firme Kahlbaum, qui a préparé de l'hexaméthylbenzène par le procédé de ces auteurs, a bien voulu nous faire savoir que ses chimistes n'ont jamais pu, « malgré des cristallisations répétées, élever le point de fusion de l'*hexaméthylbenzène* au-dessus de 157°-158° » (lettre du 25-6-1930), ce qui est conforme à nos résultats.

D'autres auteurs, cependant, ont trouvé des P. F. de 164° et *au-dessus*.

Analyse élémentaire.

	Trouvé.	Théorie.
C pour 100	94,19	94,38
H pour 100	5,58	5,60

Il s'agit donc de l'*hexaphénylbenzène*, qui, croyons-nous, n'avait jamais été préparé.

III. Hexaiodobenzène, C^6I^6. — Ce corps, sous forme d'une poudre cristalline orangée, fondant à 350°, a été préparé par Rupp (1), en traitant à chaud l'acide benzoïque par l'iode, dans l'oléum. Nous avons remplacé dans ce procédé l'acide benzoïque par le benzène et presque doublé ainsi le rendement (par rapport à l'iode), en le portant à 42 pour 100.

a. Malgré son insolubilité dans l'éther, la réaction de C^6I^6 sur CH^3MgI est si vive, dans les conditions ordinaires, qu'elle est difficile à maîtriser et donne surtout des goudrons. Les résultats sont meilleurs si l'on projette C^6I^6 (20g), par petites portions, dans la solution éthérée du magnésien, refroidie, puis maintenue vers — 10° pendant quelques heures. Après traitement du produit par la glace et ClH, et une série de cristallisations, on isole une petite quantité de cristaux blancs.

Cette substance ne renferme pas d'halogène. Elle fond à 157°-158° comme l'*hexaméthylbenzène* obtenu à partir de C^6Br^6; et le mélange des deux carbures fond aussi à 157°-158°, ce qui confirme leur identité.

b. La réaction de C^6I^6 sur $C^6H^5.MgBr$, bien qu'encore assez vive, s'effectue convenablement à la température ordinaire; on doit même, pour la terminer, porter le liquide à l'ébullition pendant quelques heures. Après traitement par la glace et ClH, on peut isoler de petits cristaux incolores.

Ces cristaux ont le même point de fusion (265°-266°), et, au microscope, le même aspect (fers de lances), que ceux de l'*hexaphénylbenzène* obtenu à partir de C^6Br^6. Le mélange des deux carbures a aussi le même point de fusion, ce qui confirme leur identité.

En résumé, dans l'éther absolu, sous la pression atmosphérique (c'est-à-dire à $t \leq 36°$) :

1° C^6Cl^6 ne réagit, ni sur $CH^3.MgI$, ni sur $C^6H^5.MgBr$;

2° C^6Br^6 réagit modérément en donnant l'*hexaméthylbenzène* et l'*hexaphénylbenzène*, dont c'est une préparation commode;

3° C^6I^6 réagit violemment (surtout sur $CH^3.MgI$), en donnant, comme produits cristallisés principaux, les deux mêmes carbures.

(1) Rupp, *Ber. deutsch. chem. Gesell.*, 29, 1896, p. 1631.

Nous signalons, en terminant, que nous avons obtenu, par réaction de l'acide nitrique fumant sur l'hexaiodobenzène, une substance azotée et iodée, en cristaux jaune de miel (F. 330°), qu'une réaction plus prolongée transforme en une substance non azotée, en fines aiguilles jaune citron (F. 307°-308°), de formule probable $C^6I^6O^3$.

Nous nous réservons pendant quelque temps l'étude de ces corps, de l'hexaphénylbenzène, et des réactions des hexahalogénobenzènes sur les organomagnésiens.

GÉOLOGIE. — *Sur l'interprétation tectonique du nord-ouest du Rif espagnol.* Note (¹) de MM. **P. Fallot** et **M. Blumenthal.**

Nous avons signalé avec M. A. Marin les caractères stratigraphiques et tectoniques du nord-est de l'arc rifain (²).

Il convient de rechercher quelles relations existent entre cette portion nord de l'arc rifain et les régions montagneuses de l'Andalousie. Sans apporter des solutions définitives, nous croyons pouvoir limiter plus qu'avant le champ des hypothèses.

En Espagne. — L'un de nous a distingué (³) des zones tectoniques solidaires du front des nappes bétiques, sous le nom de zones pénibétiques interne, médiane et externe. A l'extérieur, au nord de ces fronts, s'alignent parallèlement à eux les diverses unités subbétiques assimilées à des éléments de l'avant-pays des nappes, décollés, poussés en avant d'elles et se chevauchant l'un l'autre, associés a du Trias à gypse de faciès germanique.

Ces diverses unités disparaissent vers l'Ouest sous le Flysch éocène transgressif de la province de Cadix qui est en continuité avec le Flysch nord-marocain. Une partie interne de ce Flysch associée aux unités péni et subbétiques est charriée, mais sa portion externe est, ou simplement décollée ou en place.

Les derniers accidents pénibétiques s'incurvent au Sud-Ouest et de Manilva au rocher de Gibraltar et à la Punta de Benzù, dessinent une double inflexion à l'emplacement de laquelle s'ouvre le détroit (⁴).

(¹) Séance du 17 novembre 1930.

(²) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 144, 382 et 436.

(³) M. Blumenthal, *Versuch einer tektonischen Gliederung des betischen Cordilleren von Central und Sudwest Andalusien* (*Eclog. Geol. Helvetiae*, **20**, 1927, p. 487 à 532).

(⁴) M. Blumenthal, *loc. cit.*, p. 526.

Au Maroc. — Le Paléozoïque bétique et le Jurassique pénibétique qui en est solidaire forment, comme on l'a vu, l'arc rifain. Par contre, seuls le Dj. Musa et un lambeau jurassique près de Zahara peuvent être rattachés au pénibétique externe dont ils formeraient deux éléments très obliques par rapport à la côte.

Hormis ces accidents *qui continuent vers l'Ouest-Sud-Ouest, les directions pénibétiques d'Andalousie, dès le nord du Maroc on ne trouve plus au pourtour du Jurassique la continuation d'aucun des accidents frontaux des nappes bétiques* qui disparaissent à la courbure morphologique des montagnes dans la région du détroit de Gibraltar : l'*Andalousie est un pays de fronts de nappes, la chaîne incurvée du Rif ne l'est pas.*

Cette constatation, jointe à l'absence de charriages au bord de la zone jurassique rifaine et vers Tanger, nous oblige à abandonner l'hypothèse d'un complexe de nappes ayant déferlé en direction centrifuge et se continuant en une courbe très rapide d'Espagne en Afrique, admise jadis par Gentil, puis par MM. Bourcart, Russo, etc. Pour les mêmes motifs, il serait difficile d'admettre la notion d'une torsion de toute la chaîne après achèvement de charriages poussés du Sud au Nord, envisagée par M. Argand (¹).

M. Staub (²) nie la courbure de Gibraltar, et attribue le détroit à une zone déprimée séparant les Dinarides au Sud, des Alpides, dont les nappes s'ennoieraient vers l'Ouest. Les accidents du Flysch, en gros, obliques au détroit, ne permettent pas non plus d'admettre cette explication, mais elle semble contenir une part de vérité.

A la notion de l'absence, au pourtour du Rif des accidents frontaux d'Espagne méridionale, doit s'ajouter celle du caractère transgressif du Flysch lutétien. Au Maroc il repose à la fois sur le Paléozoïque (ouest de Ceuta, Dj. Zenzen), sur le Jurassique, dans les plis duquel il est pincé, et à l'extérieur de la chaîne calcaire. Or, cette disposition existe aussi dans la nappe du Bétique de Malaga et l'un de nous (³) pour l'y expliquer, a admis l'existence d'une préphase orogénique antélutétienne.

(¹) E. ARGAND, *La tectonique de l'Asie* (*B. R. XIIIᵉ Congrès géologique international*, Bruxelles 1924, p. 355-359).

(²) R. STAUB, *Ueber Gliederung und Deutung der Gebirge Marokkos* (*Ecl. Geol. Helvetiae*, 20, 1926, p. 275-288).

(³) M. BLUMENTHAL, *Beiträge zur Geologie der betischen Cordilleren beiderseits des Rio Guadalhorce* (*Eclog. Geol. Helvetiae*, 22, 1930, p. 277 et suiv.).

Nos observations au Maroc nous amènent a attribuer à cette phase coalpine une importance plus grande encore, rencontrant ici les idées de M. Brouwer qui tend à vieillir beaucoup les nappes de la région de la Sierra Nevada.

Dans cette hypothèse les nappes bétiques auraient formé un complexe poussé vers le Nord, orienté en gros Est-Ouest et ennoyé vers l'Ouest, leurs fronts passant en Andalousie méridionale. *Le Paléozoïque rifain et le Jurassique qui l'accompagne ne seraient autres que la carapace de la plus élevée d'entre elles.* Après érosion et dépôt du Flysch les paroxysmes alpins ont fait rejouer des chevauchements au front de la zone des charriages dont la masse principale, figée en un massif bético-rifain disparaît à l'Ouest, cachée sous les ondes périphériques récentes du Tertiaire.

Au Maroc, *ils ont provoqué* — le massif bético-rifain formant arrière-pays relatif — *tous les accidents poussés au Sud, au Sud-Ouest et à l'Ouest* qui l'entourent et dont le tronçon à l'est de Bab-Taza évoque, par l'intensité et le sens relatif des efforts, la poussée insubrienne des Alpes.

Sous réserve de vérifications et des développements nécessaires, cette interprétation nous ramènerait aux vues divinatoires du génial et regretté P. Termier, qui voulait voir, déjà en 1911 (1), une vaste carapace dans cette partie de la Méditerranée occidentale.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne des courants telluriques enregistrés à l'Observatoire du Parc Saint-Maur.* Note de M. **P. Rougerie**, présentée par M. Ch. Maurain.

Notre statistique a porté pour chaque composante du courant sur 475 courbes obtenues par Moureaux entre les mois de mai 1893 et juillet 1895. Seuls les jours caractérisés par une situation magnétique calme, presque calme ou peu agitée ont été conservés pour déterminer la variation régulière diurne des éléments du courant tellurique. Les moyennes horaires mensuelles des différences de potentiel, exprimées en millivolts par kilomètre (m/k), calculées respectivement pour chacune des deux lignes N-S et E-W avec les constantes indiquées par Moureaux, n'ont jamais dépassé 4,8 m/k. Les deux composantes sont du même ordre de grandeur, mais leur rapport est

(1) P. Termier, *Les problèmes de la Géologie tectonique de la Méditerranée occidentale* (*Rev. gén. des Sciences*, 22, 1911, p. 225).

assez variable. Pendant l'année 1894 la force électromotrice N-S était supérieure à la force électromotrice E-W, l'inverse ayant eu lieu pour les autres mois. La moyenne journalière donne 1,0 m/k pour la ligne N-S et 0,8 m/k pour la ligne E-W, ce qui correspond à un courant résultant de 1,3 m/k environ, valeurs très différentes de celles enregistrées à Tortosa (Espagne). Dans la ligne N-S le courant a circulé le plus souvent du Sud vers le Nord, sauf en mai 1893 : direction inverse de celle qui a été le plus fréquemment observée dans les stations européennes. Dans la ligne E-W le sens habituel a été Est vers Ouest jusqu'au mois d'octobre 1894; à partir de cette époque le sens contraire a prévalu. La direction du courant résultant a donc tourné graduellement de 180° de l'Ouest vers l'Est pendant l'intervalle de temps considéré.

Les moyennes horaires mensuelles et saisonnières montrent que la force électromotrice dans chacune des lignes est soumise à une variation diurne très nette dont l'amplitude, de l'ordre du courant moyen, est plus importante en été qu'en hiver, notamment pour le courant circulant suivant le méridien. On a trouvé les valeurs de l'amplitude suivantes (m/k) :

	Printemps.	Été.	Automne.	Hiver.
Ligne N-S	1,6	2,4	1,5	0,6
Ligne E-W	1,4	1,7	1,3	1,1

Cette variation annuelle de l'amplitude ressemble assez bien à la marche habituellement constatée.

La variation diurne des deux composantes du courant et de leur résultante présente une double oscillation dont voici une rapide description :

1° Pour la ligne N-S le courant évolue lentement vers le Sud de 0^h à 4^h, revient vers le Nord vers 8^h, puis rétrograde rapidement vers le Sud jusqu'à 12^h et retourne à nouveau brusquement vers le Nord, enfin vers 16^h prend lentement pendant quelques heures la direction inverse pour circuler ensuite définitivement vers le Nord où il atteint son élongation maximum vers 23^h. Le minimum principal avance en été (11^h) et retarde en hiver (13^h). Le maximum secondaire qui a lieu suivant les saisons entre 20^h et 1^h devient le plus important en hiver où la variation diurne plus faible est même un peu masquée. Le petit minimum secondaire vers 18^h-19^h est nettement marqué sur toutes les courbes mensuelles, il se retrouve d'ailleurs un peu moins accusé sur le graphique de Watheroo (Australie), lequel est presque identique à celui du Parc Saint-Maur.

2° Le courant E-W dont la variation diurne est plus régulière va de

l'Est vers l'Ouest de 2^h à 5^h, se dirige ensuite assez rapidement vers l'Est où il passe par son élongation extrême vers 10^h, le courant circule à nouveau vers l'Ouest jusqu'à 18^h et reprend alors le sens inverse pour le restant de la journée. Le minimum principal se produit à des heures très différentes suivant les mois de l'année : vers 8^h en été et vers 11^h en hiver. Durant cette dernière saison les deux maxima sont presque égaux.

Les développements en séries harmoniques effectués sur les moyennes horaires mensuelles de 1894 et saisonnières mettent en évidence des changements d'amplitude et de phase qui paraissent liés à la position du Soleil au cours de l'année. En particulier, les ondes diurnes N-S et E-W, généralement les plus fortes, ont une amplitude plus grande en été qu'en hiver. Ce résultat précédemment indiqué par Weinstein à Berlin est confirmé par les travaux effectués ces dernières années à Watheroo, station située dans l'hémisphère sud pour laquelle il faut considérer la succession inverse des saisons. Ajoutons même que le sens de la variation des phases entre Paris et Berlin est concordant malgré la durée assez restreinte dans laquelle se répartissent les observations que nous avons utilisées.

3° La variation diurne du courant résultant est la plus régulière en été et en automne, saisons pour lesquelles l'amplitude 1,5 m/k est à peu près la même ; celle-ci se trouve réduite à la moitié de cette valeur en hiver. Voici les valeurs horaires calculées à l'aide des composantes moyennes horaires :

Heure.	1^h.	2^h.	3^h.	4^h.	5^h.	6^h.	7^h.	8^h.	9^h.	10^h.	11^h.	12^h
m/k..	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,2	0,6	0,4	0,7
Heure.	13^h.	14^h.	15^h.	16^h.	17^h.	18^h.	19^h.	20^h.	21^h.	22^h.	23^h.	24^h.
m/k..	1,0	1,4	1,6	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	1,5

D'après ce tableau le minimum principal a lieu vers 11^h; comme l'indiquent les moyennes saisonnières il avance en été et retarde au printemps et en hiver. Dans cette dernière saison le maximum principal de 20^h est surpassé par le maximum secondaire de 8^h. D'ailleurs pour cette époque de l'année la variation diurne est assez irrégulière.

En résumé le régime de la variation diurne des courants telluriques enregistrés à l'Observatoire du Parc Saint-Maur est analogue dans son allure générale à celui qui a été mis en évidence par les observations allemandes, espagnoles et australiennes, tout en ayant cependant des caractéristiques particulières à cette station française.

MÉTÉOROLOGIE. — *La pluie de boue du 27 novembre 1930.* Note (1) de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

On a signalé à maintes reprises des pluies, plus ou moins abondantes, de poussières dans le midi de la France ainsi que dans les vallées du Rhône, de l'Isère et même jusque dans le bassin de la Seine à 15km de Provins.

Cette année, on a observé, dans la nuit du 27 au 28 novembre, une chute de boue rougeâtre à Paris, malheureusement une pluie à allure orageuse n'a permis de recueillir qu'une très faible quantité d'un sédiment rouge orangé délavé.

M. Besson nous a transmis l'eau d'un de ses pluviomètres ainsi que l'eau ayant servi à nettoyer les instruments exposés à l'air et qui avaient été souillés par la pluie de boue.

Ces échantillons joints à ceux que nous avons recueillis sur une verrière ont donné à l'analyse les résnltats suivants :

Résultats rapportés à 100g de matière sèche.

	Échantillons.	
	Montsouris.	Verrière.
Matières organiques................	8,74	
Chlore en NaCl...................	0,51	0,360
Fe^2O^3............................	21,4	16,77
Al^2O^3............................	7,2	1,17
SiO^2............................	63,8	51,72

Les renseignements qui nous ont été fournis par certains de nos observateurs dans les stations climatiques dépendant de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie nous ont permis de déterminer, non seulement le périmètre des régions soumises à cette pluie de poussière, mais encore de recueillir des échantillons de poussières dans de bonnes conditions.

Tel est le cas pour la poussière récoltée sur une terrasse par M. Raymond à Antibes pendant une violente tempête par vent d'E-NE qui a sévi à cette époque.

(1) Séance du 22 décembre 1930.

Analyse des poussières d'Antibes.
Résultats rapportés à 100g de matière sèche :

Matières organiques	4,4
SiO^2	32,74
SO^4Ca	17,55
CO^3Ca	14,28
Fe^2O^3	20,98
Al^2O^3	2,53
NaCl	4,37
MgO	2,49

Nous constatons que la poussière tombée le 27 novembre 1930 offre de très grandes analogies avec celles que nous avions signalées aux mois de novembre 1926 et de janvier 1928 (1) lesquelles avaient une très grande similitude de composition avec celles recueillies par Dupasquier en 1847 (2) et Bouis en 1835 (3).

Notons, une fois de plus, l'importance des chlorures que nous avions déjà signalée pour la première fois en janvier 1928.

Cette pluie de poussière s'est répandue d'Antibes à Bordeaux, elle a été observée à Pau, Toulouse, Béziers, Montpellier.

Il est possible que cette chute de poussière ait passé inaperçue dans la vallée du Rhône balayée par des vents du Sud qui soufflaient avec violence à cette date.

Quoi qu'il en soit, il y a identité de composition entre les poussières recueillies à Paris et celles récoltées dans le midi de la France.

Faut-il en chercher l'origine dans les troubles atmosphériques si profonds qui ont été enregistrés dans la province d'Oran et la chute de poussières ocreuses constatée ensuite à Barcelone?

Les mines de fer de la région ouest d'Oran, à la Tafna, ainsi que les vastes régions salées à l'est d'Oran, pourraient peut-être justifier, dans une certaine mesure, cette hypothèse. Mais alors la rapidité du transport de ces poussières du nord de l'Afrique jusque dans la région parisienne est difficilement explicable.

Nous pensons, néanmoins, qu'étant donnée la fréquence relative de ces phénomènes de transport de poussières, il y aurait lieu d'attirer l'attention

(1) F. Bordas et A. Desfemmes, *Comptes rendus*, **159**, 1928, p. 159.
(2) Dupasquier, *Comptes rendus*, **24**, 1847, p. 625.
(3) Bouis, *Comptes rendus*, **70**, 1870, p. 1035.

des observateurs situés en Algérie afin d'enregistrer bien exactement la date et l'heure de phénomènes météorologiques analogues à ceux observés en Oranie et de s'enquérir en outre si ces mouvements atmosphériques ont été produits sur place ou si, au contraire, ils n'ont pas eu une origine plus méridionale.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la distribution des Poissons Téléostomes en grands groupes naturels.* Note de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. H. Douvillé.

Presque tous les Poissons qui peuplent actuellement les eaux douces et les mers doivent être rangés dans une division particulière des Téléostomes : les Actinoptérygiens. Ceux-ci sont subdivisés en trois ordres : les Chondrostéens, dont le type le plus connu est l'Esturgeon; les Holostéens, réduits, dans la nature actuelle, aux deux genres *Amia* et *Lepidosteus;* enfin les Téléostéens ou Poissons osseux qui comprennent plus des neuf dixièmes des Poissons maintenant vivants. L'Anatomie comparée et la Paléontologie ont conduit à rapprocher Holostéens et Téléostéens en un groupe spécial qui s'oppose par de nombreux et importants caractères anatomiques au groupe des Chondrostéens.

Une telle opposition s'atténue, et en quelque sorte s'évanouit, par la considération de deux très intéressantes formes du Permo-Trias de Madagascar.

L'une de ces formes, pour laquelle j'ai déjà proposé le nom de *Parasemionotus*, ressemble à certains Chondrostéens de la famille des Catoptéridés par la largeur relativement grande de son préopercule, l'extension vers l'arrière du maxillaire, le développement de l'opercule et du sous-opercule. Comme chez les Catoptéridés l'hyomandibulaire, traversé par une branche du nerf facial, s'articule avec l'opercule; mais c'est là aussi une structure caractéristique des Poissons plus élevés et qui indique une disposition de la musculature semblable à celle des Téléostéens (formation d'un muscle dilateur de l'opercule). Il y a un interopercule, os considéré jusqu'ici comme caractéristique des Holostéens et Téléostéens. Le maxillaire est surmonté d'un supramaxillaire. Il y a en outre une plaque gulaire. La mandibule ressemble à celle des Sémionotidés et plus particulièrement de *Lepidotus*. Les nageoires sont de type holostéen.

De *Parasemionotus* il faut rapprocher un autre genre, qui présente égale-

ment une apparence de Catoptéridé par la grande extension vers l'arrière du maxillaire, la taille et la forme du préopercule, le développement de l'opercule et du sous-opercule. A côté de ces caractères de Chondrostéen, on trouve des caractères d'Holostéen : présence d'un interopercule, d'un supramaxillaire, etc.

La mandibule rappelle celle des Holostéens les plus spécialisés : Macrosémiidés et Eugnathidés. La nageoire pectorale, seule conservée, montre 5 rayons bien ossifiés. Les épines des nageoires ne sont articulées que dans leur partie distale.

Les deux genres que nous venons de caractériser très brièvement sont étroitement liés par l'ensemble de leur organisation et doivent prendre place dans une même famille. La position de cette famille par rapport aux Chondrostéens et aux Holostéens est incertaine : elle est en quelque sorte à cheval sur ces deux groupes.

On a depuis longtemps signalé, dans les Catoptéridés, des caractères qui annoncent les Poissons ganoïdes plus élevés et même les Téléostéens. Nous nous trouvons maintenant en présence de formes encore plus évoluées que les Catoptéridés, et réalisant beaucoup plus nettement que ceux-ci la transition entre les Chondrostéens et les autres Actinoptérygiens.

Ainsi le grand groupe des Actinoptérygiens nous apparaît bien comme un ensemble naturel, dans lequel on peut signaler des différences, apercevoir des commencements de groupes, des séparations, mais où il est impossible de tracer des circonscriptions parfaitement nettes et n'entrant par aucun point les unes dans les autres.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les variations de coloration des plantes au cours de leur dessiccation. Le chromogène de l'*Orobus niger *L. est l'arbutoside (arbutine).* Note [1] de M. **André Meunier**, présentée par M. L. Mangin.

On connaît la propriété que possèdent certaines plantes de brunir ou de noircir au cours de leur dessiccation. Le processus de ces changements de teinte n'est pas le même pour toutes ces plantes.

L'*Orobus niger* L. présentant le phénomène de noircissement, je me suis proposé de rechercher l'origine de cette coloration.

---

[1] Séance du 22 décembre 1930.

Il résulte de mes essais que le chromogène de l'*Orobus niger* L. n'est pas identique au chromogène de l'*Orobus tuberosus* L. l'orobérol, principe non glucosidique découvert par MM. Bridel et Charaux. Le noircissement des tiges foliées est moins rapide pour l'*Orobus niger* L. que pour l'*Orobus tuberosus* L.

Soupçonnant la nature glucosidique du chromogène de l'*Orobus niger* L., j'ai appliqué pour sa recherche la méthode biochimique de Bourquelot. L'emploi de cette technique m'a permis de déceler la présence d'un glucoside hydrolysable par l'émulsine. Le produit d'hydrolyse de ce glucoside noircit peu à peu par oxydation à l'air.

Dans les tiges foliées, le changement de déviation résultant de l'action de l'émulsine a été de $3^{\circ}6'$, et il s'est formé $2^{g},053$ de principes réducteurs exprimés en glucose pour 100^{cm^3}. Soit un indice de réduction enzymolytique de 662, assez voisin de celui de l'arbutoside (700).

Le glucoside a été extrait à l'état cristallisé par le procédé suivant : 3^{kg} de plantes fraîches ont été traitées par 7500^{cm^3} d'alcool à 80^{c} bouillant, puis, après avoir été hachées, par 4^{l} de nouvel alcool à 80^{c}. Les solutions alcooliques réunies et filtrées ont été distillées à l'alambic. Le résidu aqueux, filtré chaud, a été déféqué par l'extrait de Saturne puis après élimination de l'excès de plomb, le liquide a été amené à consistance d'extrait sirupeux.

Cet extrait a été épuisé par l'éther acétique hydraté à l'ébullition. La distillation de l'éther acétique a laissé un résidu blanc en croûte cristalline. Ces cristaux ont été purifiés d'abord par trois cristallisations successives dans l'éther acétique bouillant, à saturation. Puis, après lavage à l'éther anhydre, ils ont été purifiés une dernière fois par cristallisation dans l'éther acétique à 2 pour 100 d'eau.

Le tableau suivant indique les constantes du glucoside de l'*Orobus niger* L. et celles de l'arbutoside du *Grevillea robusta*, A. Cunn., données par Bourquelot et Mlle A. Fichtenholz :

	Arbutoside du *Grevillea robusta*.	Glucoside de l'*Orobus niger*.
Forme cristalline	aiguilles	aiguilles
Teneur en eau pour 100	$6^{g},0$	$6^{g},2$
Pouvoir rotatoire (hydraté)	$-61^{\circ},1$ $-61^{\circ},8$	$-61^{\circ},65$ $-61^{\circ},45$
» (anhydre)	$-65^{\circ},1$	$-65^{\circ},76$ $-65^{\circ},73$
Indice de réduction (acide)	»	708
Indice de réduction (émulsine)	709-735	716

La comparaison de ces résultats montre que l'identité des deux glucosides est aussi parfaite que possible.

Il est intéressant de constater que deux plantes du même genre : l'*Orobus tuberosus* L. et l'*Orobus niger* L. noircissent toutes deux par des processus totalement différents.

Le noircissement de l'*Orobus tuberosus* L. est dû, comme l'ont montré MM. Bridel et Charaux, à un chromogène de nature non glucosidique, mais phénolique, l'orobérol, dont l'oxydation est rapide.

Le changement de teinte de l'*Orobus niger* L. provient d'un glucoside, l'arbutoside. Son produit d'hydrolyse, de nature phénolique, l'hydroquinone, ne s'oxyde qu'une fois libéré. La coloration est, par suite, beaucoup moins rapide.

La répartition de l'arbutoside était, jusqu'à présent, limitée aux trois familles suivantes : Protéacées, Éricacées, Rosacées.

La découverte de ce glucoside dans l'*Orobus niger* L., plante de la famille des Légumineuses, augmente sa dissémination connue dans le règne végétal.

PHYSIOLOGIE. — *L'excrétion des corps créatiniques en fonction de la grandeur de la dépense azotée endogène.* Note (1) de MM. **Émile-F. Terroine**, **R. Bonnet**, **P. Danmanville** et Mlle **G. Mourot**, présentée par M. d'Arsonval.

Des études antérieures ont permis de conclure : d'une part, à la constance dans l'excrétion de la créatinine; d'autre part, à la variabilité d'excrétion de la créatine lorsque varie la grandeur du métabolisme azoté exogène.

Parmi les faits les plus significatifs, il convient de rappeler les suivants :

1° Le passage d'une alimentation permettant d'atteindre le taux minimum de la dépense azotée à une autre, riche en matières protéiques, est accompagné par une augmentation considérable de créatine, la créatinine restant fixe; les mêmes faits s'observent dans la croissance si, pour un même régime riche en azote, on augmente la dégradation exogène par suppression des éléments minéraux de la ration (Garot);

2° Au cours de la croissanee et pour une ration apportant une même quantité d'albumine, la formation de créatine est d'autant plus grande que la valeur biologique de l'albumine administrée est plus faible, c'est-à-dire

(1) Séance du 22 décembre 1930.

que la quantité totale d'azote rejeté est plus élevée (Terroine et Danmanville).

Devant ces faits, nous nous sommes posé la question de savoir si la manière de se comporter des corps créatiniques dans le métabolisme azoté d'origine exogène se retrouverait lorsqu'on s'adresserait au métabolisme endogène.

Nous avons donc soumis des animaux à des actions telles qu'on pût comparer, sur un même sujet, une période où la dégradation azotée endogène est réduite à sa valeur minima à une autre où elle est considérablement augmentée.

Pour obtenir la valeur minima de dépense endogène, il a été fait appel au procédé habituel : alimentation couvrant largement les besoins énergétiques par des glucides et apportant toutes les substances minérales et toutes les vitamines nécessaires, mais ne contenant pas de matières protéiques. Pour obtenir une dégradation intense nous avons fait suivre la précédente période d'une autre au cours de laquelle on a, suivant les essais, soit soumis le sujet à l'inanition, soit administré à ce sujet maintenu à l'inanition tantôt de l'acide benzoïque, tantôt de la phlorhizine, tantôt enfin du phosphore.

Les expériences d'inanition ont été poursuivies sur des porcelets de 15 à 20^{kg} et sur des rats; celles d'intoxication : sur des porcelets pour l'acide benzoïque et la phlorhizine, sur des lapins pour le phosphore. Un Mémoire étendu donnera prochainement le détail des expériences ainsi qu'une bibliographie du sujet avec l'indication des quelques faits antérieurement acquis par d'autres auteurs et qui concordent avec ceux apportés aujourd'hui.

Nous nous bornerons donc à donner ici l'ensemble des résultats obtenus dans deux tableaux. le premier relatif à l'inanition, le second aux intoxications. Ces tableaux réunissent, pour chaque période, les valeurs moyennes quotidiennes des excrétions de l'azote total, de la créatinine et de la créatine.

L'examen de ces tableaux permet des conclusions extrêmement précises, à savoir :

1° *L'excrétion de la créatinine reste remarquablement constante, quelles que soient les variations de grandeur de la dépense azotée endogène, même lorsqu'elles se font dans le rapport de* 1 *à* 2,5.

2° *L'excrétion de la créatine suit celle de l'azote total; elle augmente considérablement lorsque augmente la grandeur de l'excrétion azotée endogène sous l'influence d'un régime ou d'un agent quelconque.*

Les corps créatiniques se comportent donc, dans le métabolisme azoté endogène, exactement comme dans le métabolisme exogène. L'ensemble de ces constatations constitue un nouvel argument en faveur de l'indépendance complète des métabolismes de la créatine et de la créatinine et de la différence d'origine de ces deux corps.

TABLEAU I. — *Inanition.*

	Bilan azoté (gr).		Créatinine (mg).		Créatine (mg).	
Animaux.	Dépense azotée minima.	Inanition complète.	Dépense azotée minima.	Inanition complète.	Dépense azotée minima.	Inanition complète.
Porc nº 1	−0,973	−1,007	158	110	25	66
Porc nº 2	−0,777	−0,915	182	118	30	66
Porc nº 3	−0,912	−1,644	256	204	16	125
Rat nº 1	−0,0407	−0,0684	3,86	2,85	3,81	4,64
Rat nº 2	−0,0374	−0,0940	2,3	2,64	3,72	6,85
Rat nº 3	−0,0857	−0,2153	7,21	8,51	6,92	15,09

TABLEAU II. — *Intoxications.*

	Taux de la dégradation azotée dans		Excrétion de la créatinine (gr) dans		Excrétion de la créatine (gr) dans	
Agent toxique.	la dépense azotée minima.	l'intoxication avec inanition complète.	la dépense azotée minima.	l'intoxication avec inanition complète.	la dépense azotée minima.	l'intoxication avec inanition complète.
Acide benzoïque	1,174	1,646	0,404	0,395	0,026	0,058
Acide benzoïque	1,285	3,042	0,359	0,358	0,115	0,372
Acide benzoïque	1,268	2,608	0,655	0,627	0,122	0,265
Phlorhizine	1,274	1,477	0,395	0,406	0,030	0,079
Phlorhizine	1,394	2,964	0,534	0,543	0,050	0,375
Phlorhizine	1,277	2,590	0,433	0,433	0,066	0,439
Phosphore	0,738	1,578	0,0968	0,0977	0,021	0,072
Phosphore	0,981	1,770	0,127	0,117	0,017	0,061

ZOOLOGIE. — *Essai d'application de la méthode de lecture des écailles à l'étude de la croissance des poissons du Grand Lac du Cambodge et du Tonlé-Sap.* Note de M. **P. Chevey**, présentée par M. L. Joubin.

J'ai, dans une précédente Note (¹), montré que le phénomène annuel de hausse et de baisse des eaux douces, en Cochinchine et au Cambodge, et

(¹) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 280.

probablement dans tous les pays de la zone intertropicale du globe, s'inscrivait sur les écailles des poissons des zones tempérées. J'indiquais, en terminant, combien la constatation de ce phénomène, et son observation raisonnée, pouvaient nous faire espérer de progrès dans la connaissance de la biologie de ces animaux.

Avant d'exposer la première série d'observations qui fait l'objet de cette Note, rappelons brièvement, pour la clarté de ce qui va suivre, que la superficie du Grand Lac du Cambodge passe, des basses aux hautes eaux, de 2400^{km^2} à 10000^{m}, envahissant et noyant, sous plusieurs mètres d'eau, toute sa ceinture forestière en pleine végétation, que, d'autre part, les grands fleuves de ce pays, tout en accusant une dénivellation de même ordre de leur plan d'eau, d'une dizaine de mètres environ, sont bien loin de s'étendre en superficie avec une ampleur comparable à celle du Grand Lac; profondément encaissés entre des berges taillées presqu'à pic, ils élèvent seulement leur niveau jusqu'à venir affleurer au sommet des berges, et la forêt qu'ils sont susceptibles d'envahir, lorsqu'elle existe, n'est jamais comparable, quant à l'importance de la superficie noyée, à celle du Grand Lac.

Or, à ces deux physionomies géographiques dissemblables répondent des comportements de croissance différents chez les poissons qui les habitent. Dans le tableau suivant on a porté l'âge, et les tailles correspondantes, de quelques poissons provenant soit du Grand Lac, soit de son effluent, le Tonlé-Sap, dont il est pratiquement isolé, aux basses eaux, par l'émergence du seuil de Snoctrou. L'âge a été calculé d'après le nombre des « cercles de basses eaux » des écailles; ce nombre correspond à celui des années, puisqu'il n'y a qu'une saison des basses eaux par an. Si le bord de l'écaille est occupé par une « zone de hautes eaux », il faudra ajouter au nombre d'années autant de mois qu'il s'en est écoulé depuis la fin des dernières basses eaux, c'est-à-dire depuis le dernier mois de juin jusqu'à la date de capture de l'animal.

Poissons.	Age.	Taille. (Grand Lac).	Taille. (Tonlé-Sap).
		cm	cm
Labeo chrysophekadion (Blkr.)	2 ans	32	17
	3 »	44	–
Hampala macrolepidota (C. V.)	2 »	31	17
	4 »	38	–
Leptobarbus Hoeveni (Blkr.)	2 »	29,5	23
Cyclocheilichthys enoploïdes (Tirant)	2 » 1/2	37	–
	3 »	–	25

Les faits mis en évidence par ce tableau sont d'une clarté et d'une préci-

sion telle qu'il est permis de leur attribuer immédiatement une haute portée générale, compte tenu de ce que nous savons déjà de la prodigieuse richesse ichtyologique du Grand Lac; cette richesse est due, avant tout, au fait que les Poissons y croissent beaucoup plus vite que dans les eaux douces autres que celle du Lac. Cette vitesse de croissance peut amener certaines espèces à mesurer, dans un laps de temps égal, une taille presque double de celle qu'elles auraient pu atteindre en dehors du Lac. Il est intéressant de comparer ces vitesses de croissance à celles que l'on a évaluées dans les eaux douces et marines des régions tempérées. On sait, par exemple, qu'un jeune Saumon, ou Tacon, atteint en 2 ans, en eau douce, de 15 à 17^{cm}. Dans la Manche et l'Atlantique, le Merlu atteint dans le même laps de temps de 23,5 à 26^{cm} (1); or, sa taille à l'état adulte, est du même ordre de grandeur (1^{m} environ) que celle du Saumon, et ce n'est qu'une fois arrivé en mer que ce dernier compense, par accélération brusque de sa vitesse de croissance, la lenteur de son développement en eau douce. Ainsi, de même que, dans la zone tempérée, les eaux douces donnent des chiffres de croissance très inférieurs à ceux des eaux marines, de même, ici, les eaux douces cambodgiennes, autres que celles du Grand Lac, donnent des chiffres beaucoup plus bas que les eaux du Grand Lac lui-même. Ce dernier, déjà si curieux par le caractère marin de sa faune, accuse ainsi plus fortement encore, jusque dans la biologie de cette faune, ses traits de ressemblance avec des eaux marines.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés des constituants biochimiques, les protides en particulier, en solutions anhydres.* Note (2) de M. **Jean Loiseleur**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans les solutions aliphatiques précédentes, les constituants biochimiques forment des solutions vraies, où disparaissent celles de leurs propriétés spécifiquement liées à l'état colloïdal. Ces solutions manifestent par contre certaines propriétés chimiques particulières.

1. *Disparition des propriétés liées à l'état colloïdal.* — Ces solutions aliphatiques ne moussent pas et possèdent une viscosité notablement inférieure à celle des solutions aqueuses d'égale concentration.

---

(1) Belloc, *Off. Sc. Pêches Marit.*, Notes et Mém., n° 21.
(2) Séance du 22 décembre 1930.

Les solutions formiques de gélatine restent indéfiniment à l'état de sol et ne gélifient plus, même à concentration élevée (20 pour 100 et plus).

Comme conséquence de la disparition de l'état colloïdal, ces solutions sont optiquement vides et perdent les propriétés qui traduisent la polarité de la micelle.

Ces solutions admettent, même à concentration élevée et sans que leur stabilité soit altérée, des solutions formiques de divers ions [(Na, K, Mg), ions lourds et floculants (Fe, Cr) ou agents de précipitation (tannin, CCl^3CO^2H)]. *La chaleur* augmente simplement la fluidité de ces solutions. Mais pour tous les protides ainsi dissous, l'addition de la solution aqueuse d'un sel minéral suffit à faire réapparaître la coagulation irréversible sous l'action de la chaleur : cette expérience caractéristique délimite le domaine propre à chaque espèce de solution : solution *aliphatique vraie* et solution *aqueuse colloïdale*.

Les solvants organiques, qui en général floculent les solutions aqueuses de protides, se comportent tout autrement vis-à-vis de leurs solutions aliphatiques :

a. Les uns, alcool méthylique, chloroforme, pyridine, cyclohexanol, peuvent être ajoutés, en toute concentration, sans entraîner de floculation.

b. D'autres, alcool éthylique, cétone, entraînent rapidement la floculation.

Toutefois ce deuxième groupe ne manifeste plus son action floculante si les solutions aliphatiques sont préalablement additionnées d'une quantité suffisante de formol ou de l'un des solvants du premier groupe.

2. *Manifestation des propriétés organoleptiques*. — La dilution par l'eau entraîne la floculation immédiate des solutions qui avaient admis précédemment divers ions lourds ou substances floculantes. Ces floculations sont réversibles : elles disparaissent par action de la chaleur et réapparaissent par refroidissement. Ce cycle peut être répété, ce qui montre l'influence des facteurs physico-chimiques sur l'état du système [1].

D'une façon générale, l'addition d'eau suffit à conférer l'état colloïdal à ces solutions aliphatiques qui présentent dès lors l'effet Tyndall, l'état micellaire et les phénomènes d'adsorption et de floculation.

3. *Propriétés chimiques particulières aux solutions aliphatiques de protides.*

---

[1] Système constitué par le protide et le sel floculant d'une part, et par le rapport entre les diélectriques d'autre part.

— L'*aldéhyde formique* anhydre (introduit soit sous forme de trioxyméthylène décomposé par la chaleur, soit en solution méthylique) exerce une action dont le sens dépend de la concentration (C) en protides :

Pour $C > 10$ pour 100, il entraîne la gélification irréversible de la solution ;

Pour $C < 10$ pour 100, la solution inaltérée devient protégée contre l'action floculante de l'acétone.

D'autre part, dans ces milieux aliphatiques, la *nitration des protides* s'effectue avec une régularité remarquable. La caséine, en solution acétoformique et en présence d'une quantité convenable de HCl et NO^3H (acides purs), donne ($t^o < 45^o$) un dérivé de nitration précipitant par addition d'eau et ayant gardé les propriétés caractéristiques de l'état colloïdal : la *kératine* (provenant de cheveux humains, des poils de lapins, etc.) donne de même un dérivé nitré, soluble dans l'ammoniaque dilué et dans HCO^2H, très peu soluble dans l'eau et dont les suspensions moussent abondamment.

En résumé, les solutions aliphatiques des constituants biochimiques — les protides en particulier — étant des solutions vraies ne manifestent plus les propriétés spécifiques de l'état colloïdal : la simple dilution par l'eau suffit à les faire apparaître. Il est à remarquer d'autre part que ces solutions aliphatiques ont l'intérêt de permettre l'introduction des constituants biochimiques dans d'autres milieux organiques, les celluloses par exemple.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'hydrolyse fermentaire de la gélatine dans ses rapports avec la formation des diacipipérazines*. Note de M. **A. Blanchetière**, présentée par M. A. Desgrez.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai signalé une relation apparente entre l'azote des diacipipérazines formées dans l'hydrolyse fermentaire des protéines et la teneur de celles-ci en amino-acides (leucine, proline, phénylalanine, acide glutamique) connus pour fournir des anhydres particulièrement résistants à l'hydrolyse. Il était donc indispensable de chercher à étendre ces résultats à d'autres types de protéines.

La gélatine, très différente, tant de l'ovalbumine que de la gliadine par son comportement chimique, m'a paru se prêter à cette recherche. Elle renferme suivant Dakin ([2]) :

([1]) A. Blanchetière, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 784.
([2]) H. D. Dakin, *Journ. biol. chem.*, **44**, 1920, p. 524.

	Pour 100.
Leucine	7,1
Proline	9,5
Phénylalanine	1,4
Acide glutamique	5,8

et, par suite, le pour 100 de N total qui leur appartient est

$$1/100.(7,1 \times 10,69 + 1,4 \times 8,49 + 5,8 \times 9,5 + 9,5 \times 12,17) = 2,48,$$

chiffre voisin de celui de l'ovalbumine, soit 2,55, et inférieur, de près de moitié, à celui de la gliadine, soit 5,26.

Soumise aux digestions pepsique et trypsique dans les mêmes conditions que les protéines précédentes, sa teneur en diacipipérazines exprimée en N pour 100 de N total a été :

Nombre de jours d'incubation à 37°.	Digestion. Pepsique.	Trypsique.
0	1,92	1,92
14	9,18	11,43
33	12,58	11,13
55	20,0	31,2
75	22,5	28,3
109	22,8	12,7

Contrairement aux résultats précédemment obtenus, la digestion trypsique a été moins régulière que la digestion pepsique, et les deux courbes ne présentent pas la variation inverse régulièrement observée jusqu'ici, points qui réclament un nouvel examen.

Au moment du maximum d'obtention de N diacipipérazique sous l'influence de la pepsine, on a un rapport :

$$\frac{\text{N diacipipérazique gélatine}}{\text{N diacipipérazique ovalbumine}} = \frac{22,8}{35,36} = 0,64,$$

le rapport des pour 100 de N appartenant aux amino-acides indiqués plus haut est égal à $\frac{2,48}{2,55}$, soit 0,97.

De même

$$\frac{\text{N diacipipérazique gélatine}}{\text{N diacipipérazique gliadine}} = \frac{22,8}{77,1} = 0,295,$$

le rapport de N pour 100 des acides aminés à anhydrides résistants étant $\frac{2,58}{5,26} = 0,471$.

Dans la gélatine, il y a donc un déficit de $\frac{1}{3}$ environ dans N diacipipérazique sur les quantités qu'on serait en droit d'attendre d'après les quotients de N des anhydrides résistants. Un autre facteur doit donc intervenir, vraisemblablement présence d'autres anhydrides de résistance encore inconnue.

La gélatine se comporte donc de façon entièrement différente des deux autres protéines envisagées, et, à ce point de vue, mes conclusions concordent avec celles de Levene et Bass ([1]), basées sur les vitesses de racémisation; mais alors qu'ils admettent que la molécule de gélatine peut être partiellement formée de cyclopeptides et que rien ne peut faire admettre que celle d'ovalbumine en renferme ([2]), mes propres résultats tendent, par une méthode directe, à prouver que les deux protéines ont une structure cyclopeptidique, l'ovalbumine ayant même une richesse plus marquée en azote relié à ces cycles que la gélatine. A ce point de vue mes recherches se rapprochent de celles de J. Enselme ([3]), qui signale que les courbes d'hydrolyse de la gélatine et de l'ovalbumine aboutissent à des plateaux analogues à ceux fournis par les cyclopeptides de synthèse.

Ces divers résultats ne sont pas incompatibles, si l'on admet que sur les cycles se greffent des chaînes peptidiques.

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *Le rôle du porc-épic comme réservoir de virus du spirochète marocain*, Sp. hispanicum *var.* marocanum *Nicolle et Anderson*, 1928. Note de M. **P. Delanoë**, présentée par M. F. Mesnil.

La fréquence avec laquelle j'ai rencontré des spirochètes chez les ornithodores des terriers de porcs-épics ([4]) et la démonstration de la sensibilité du porc-épic au spirochète de l'ornithodore des terriers faite par Ch. Nicolle et Ch. Anderson ([5]) devaient m'inciter à rechercher quel pouvait être le rôle du porc-épic comme réservoir de virus du spirochète marocain.

Sur 17 porcs-épics dont 2 jeunes et les autres adultes plus ou moins âgés, *une seule fois*, chez une jeune femelle, nous avons pu déceler la présence du spirochète dans le sang du cœur : 5$^{cm^3}$ de sang, recueillis par ponction du

---

([1]) P. A. Levene et L. W. Bass, *Jour. biol. chem.*, 82, 1929, p. 171-190.

([2]) P. A. Levene, L. W. Bass et R. E. Steiger, *Jour. biol. chem.*, 81, 1929, p. 697.

([3]) J. Enselme, *Thèse* Sciences, Lyon, 1930.

([4]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1013.

([5]) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 224.

cœur, sont inoculés à deux cobayes à raison de $2^{cm^3},5$ de sang par animal. L'un des cobayes ne s'infecte pas; l'autre réalise une infection récurrente typique.

Toutes les autres fois, l'inoculation du sang du cœur à des cobayes est restée sans effet. Il est donc tout à fait exceptionnel de rencontrer le spirochète dans la circulation du porc-épic.

Deux fois, chez des porcs-épics adultes, je ne me suis pas contenté d'injecter le sang du cœur. J'ai aussi inoculé à des cobayes, sans arriver à les infecter, le produit de broyage des centres nerveux.

C'est en étudiant l'immunité active des porcs-épics adultes et aussi les propriétés protectives de leurs sérums que des résultats tout à fait concluants ont été obtenus.

Chez 7 porcs-épics adultes, dont nous avons éprouvé l'immunité par une injection très forte de virus dans le péritoine (le mode d'inoculation le plus sévère), 6 fois les porcs-épics se sont montrès absolument réfractaires à l'infection et une fois seulement nous avons obtenu une infection indiscutable, d'une durée d'une vingtaine de jours, avec des spirochètes tellement rares dans le sang qu'ils n'ont jamais été décelés à l'examen microscopique et qu'il a fallu recourir à l'inoculation du sang à des cobayes. *Donc, dans la grande majorité des cas, les porcs-épics adultes se sont montrés fortement immunisés.* Quelle preuve plus éclatante donner de leur rôle comme réservoir de virus!

Les caractères de cette immunité méritent qu'on y insiste. Premièrement elle est très accusée; des doses très élevées de virus restent absolument sans effet; dans un cas, nous avons inoculé sans résultat la dose énorme de $10^{cm^3},5$ de sang d'un cobaye très riche en spirochètes. Cette immunité est si solide que l'on croirait au premier abord que le porc-épic est réfractaire plutôt qu'immun. Deuxièmement, cette immunité est polyvalente. J'entends par là qu'elle s'exerce à l'égard de spirochète de n'importe quelle origine. Ainsi on peut sans dommage inoculer à un porc-épic un spirochète isolé d'ornithodores provenant d'un terrier placé à plus de 100^{km} de son lieu de capture : l'immunité ne se laisse pas vaincre. Cette immunité naturelle laisse donc bien loin derrière elle l'immunité de laboratoire que nous avons réussi à constituer chez des cobayes. Dans un but de comparaison entre deux spirochètes de l'ornithodore des terriers, nous avons été amené à immuniser un grand nombre de cobayes soit avec l'un soit avec l'autre de ces spirochètes. Rien de plus facile que d'immuniser le cobaye, même fortement, à l'égard de l'un de ces spirochètes. Les difficultés

ne commencent que quand l'épreuve d'immunité est faite avec l'échantillon voisin. Alors il faut faire très attention aux doses. Seules les doses faibles donnent des chances de succès et démontrent l'immunité croisée. Mais pour peu que les doses s'élèvent, cette immunité croisée ne joue plus. Dans l'immunité naturelle du porc-épic, nous n'avons pas à compter avec ces particularités. Nous pouvons nous servir de n'importe quel virus et de n'importe quelle dose : l'immunité s'affirme toujours. Il est incontestable que la nature ici fait les choses bien mieux que l'homme. Enfin cette immunité est durable. Nous l'avons constatée chez des porcs-épics capturés depuis un et même deux mois.

La solide immunité polyvalente du porc-épic s'explique à mon avis par le fait que l'animal, au cours de son existence, *change de terrier*. Il est ainsi amené à être piqué par un grand nombre d'ornithodores infectants : d'où l'immunité polyvalente.

L'immunité du porc-épic peut aussi se manifester par l'étude de la propriété protectrice du sérum. Nous ne parlons pas des propriétés agglutinante et spirochétolytique que nous avons étudiées dans quelques cas et que nous avons pu mettre en évidence. Elles ont moins d'importance à notre avis que la propriété protectrice. Cette propriété a été étudiée en mélangeant, un quart d'heure durant, à la température du laboratoire, qui a pu, selon les saisons, varier de 18 à 22°, des quantités données de sérum ($\frac{2}{10}$, $\frac{1}{2}$, 1 et 2^{cm^3}) et une goutte de sang citraté de cobaye contenant un nombre plus ou moins grand de spirochètes. Il est évident qu'il faut une dose d'autant plus forte de sérum pour protéger que les spirochètes sont plus nombreux. Pour être à l'abri de toute critique, mes expériences auraient dû comporter une série de cobayes « témoins » inoculés avec un mélange fait d'une goutte de sang à spirochètes et de sérum d'un porc-épic neuf, *sûrement indemne de spirochétose*. Mais comme au Maroc je ne pouvais avoir en toute certitude de tels animaux, obligation fut de me passer de ces cobayes « témoins ». Malgré cette défectuosité, mes résultats méritent créance puisque sur quatre porcs-épics, dont nous avons éprouvé l'immunité par l'inoculation intrapéritonéale d'une haute dose de virus et dont le pouvoir protecteur des sérums a été étudié, trois fois les sérums se sont montrés protecteurs et une fois l'action protectrice fut reconnue très faible. Or les trois sérums protecteurs appartenaient à des porcs-épics nettement immunisés et le sérum faiblement protecteur provenait justement du seul porc-épic que nous avons réussi à infecter.

Nos résultats sur l'action protectrice des sérums peuvent donc être tenus en considération. Aussi croyons-nous devoir mentionner ici les résultats

obtenus avec les porcs-épics dont nous n'avons étudié que la seule action protectrice du sérum sans pouvoir mettre directement à l'épreuve leur immunité, car leur mort, du fait de graves blessures, survenait trop tôt.

Sur quatre porcs-épics gravement blessés, deux fois le sérum s'est montré nettement protecteur; une fois, il fut légèrement protecteur et une fois enfin, il fut dépourvu d'action protectrice. Ces résultats sont moins tranchés que ceux que nous avons obtenus avec les porcs-épics bien portants, susceptibles d'une longue survie. Il se peut que la gravité des blessures ait retenti sur les qualités des sérums.

Quoi qu'il en soit, *le fait incontestable est que les porcs-épics adultes sont le plus souvent très fortement immunisés*. Aussi, pour avoir des chances d'isoler le spirochète du sang circulant, faut-il s'adresser à des animaux jeunes, le plus jeunes possibles. L'idéal serait évidemment d'avoir affaire à des animaux âgés seulement de 15 à 30 jours, car l'infection commence certainement très tôt puisque, dans le nid même du porc-épic, il existe non seulement de nombreuses puces, mais aussi de nombreux ornithodores. Il est malheureusement impossible de se procurer ces très jeunes animaux. La mère les garde jalousement au fond des terriers et ceux-ci sont inaccessibles.

A $15^h 45^m$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^h.

E. P.

ERRATA.

Note de M. *Gr. C. Moisil*, Sur l'équation $\Delta u = 0$:

Page 984, remplacer les formules (1) par les suivantes :

$$\sigma_0 = \begin{Bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{Bmatrix}, \quad \sigma_1 = \begin{Bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{Bmatrix},$$

$$\sigma_2 = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{Bmatrix}, \quad \sigma_3 = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}.$$

FIN DU TOME CENT-QUATRE-VINGT-ONZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1930.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 191.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

X

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
90902-31 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.